

明 細 書

高耐力鋼管製ロックボルト及びその製造方法

5 技術分野

本発明は、圧入流体の圧力で異形管を半径方向に膨張させることにより地盤又は岩盤に固結される高耐力鋼管製ロックボルト及びその製造方法に関する。

背景技術

- 10 膨張によって地盤又は岩盤に固結される鋼管製ロックボルトは、軸方向に沿って単数又は複数の膨張用凹部をもつ中空異形管から製造されている。鋼管製ロックボルト 1 は、端部が密封されており、岩盤又は地盤 2 に穿ったボルト挿入孔に挿し込まれる (図 1)。鋼管製ロックボルト 1 は、未膨張の状態 (図 2 A) ではボルト挿入孔の内壁との間に隙間があるが、加圧流体供給源 3 から流体圧を
15 加えると膨張し (図 2 B)、最終的にはボルト挿入孔の内壁に密着 (図 2 C) することにより、岩盤又は地盤 2 が補強される。

- 流体圧で膨張しやすくするため、管軸方向に延びる凹部 4 が形成された異形管が使用されている。異形管は、先端、後端が密封され、側面に加圧流体圧入孔が形成されている。加圧流体の圧入を容易にするため、両端にスリーブを被着した異形管も知られている (特表 2003-510573 号公報)。
20

- トンネル等の施工現場では、作業工程を標準化し全体としてのコストを節減する上で、同一サイズで複数のボルト挿入孔を岩盤又は地盤 2 に穿ち、同じ外径の鋼管製ロックボルト 1 を使用する場合が多い。たとえば、外径：54mm の素管から作製した凹部 4 のある外径：36mm の異形管を内径：45～50mm のボルト挿入孔に挿し込み、流体圧で膨張させることにより岩盤又は地盤 2 に固結している。
25

膨張型の鋼管製ロックボルトは、地山条件、地山等級、トンネル断面形状等に応じて耐力レベル 110kN 級又は 170kN 級と使い分けられている。110kN 級は引張強さ：300N/mm² 以上、伸び：30%、板厚：2mm の鋼板を、170kN 級は

引張強さ：300N/mm² 以上，伸び：35%，板厚：3mm の鋼板を素材とし、何れも外径：54mm の丸パイプに造管した後で、凹部 4 を付けた外径：36mm の異形管に成形している。

異形管は、図 2 A の断面にみられるように、部分的には小さな曲げ半径で曲げ加工されている。外径寸法を揃えた異形管では、厚い素材鋼板を使用するほど板厚中心部の曲げ半径が小さくなる。また、内径、外径のサイズが統一されたスリーブに異形管の端部を収容させることから、異形管の両端部が更に縮管加工される。縮管加工でも、素材鋼板が厚いほど曲げ半径が小さくなる。すなわち、スリーブのサイズや異形管の外径を変更することなく、ロックボルトの耐力向上のために使用される素材鋼板が厚くなるほど曲げ半径が局部的に小さくなる。

素材鋼板には、異形断面への成形過程，両端部の縮管過程で歪みが導入される。流体圧で異形管を膨張させる際にも歪みが蓄積される。そのため、異形管を更に膨張させようとするとき、歪みの追加導入により割れやすくなる。割れ発生は、加圧流体の漏洩に起因する不十分な膨張やロックボルトとしての要求強度不足の原因である。

発明の開示

本発明は、高張力鋼板を素材に使用することにより、薄くても十分な強度が確保され、成形過程，両端部の縮管過程，加圧膨張過程で導入される歪みに起因する割れが抑えられ、しかも加圧・膨張時に比較的低い圧力で膨張変形が開始し膨張変形完了までの時間が短縮され、信頼性の高い高耐力鋼管製ロックボルトを提供することを目的とする。

本発明の高耐力鋼管製ロックボルトは、引張強さ：490～640N/mm²，伸び：20%以上，板厚：1.8～2.3mm の高張力鋼板を素材とし、単数又は複数の凹部が管軸方向に延びている異形管で膨張型のロックボルト本体が構成されていることを特徴とする。異形管は、好ましくは引張強さ：530～690N/mm²，伸び：20%以上の機械的特性をもつ。

素材としては、亜鉛めっき層，亜鉛-アルミニウム合金めっき層又は亜鉛-アルミニウム-マグネシウム合金めっき層が形成された高張力鋼板を使用できる。

めっき層はロール成形後の異形管表面にも存在し、岩盤又は地盤に打設したロックボルトを腐食性雰囲気から保護する。

この高耐力鋼管製ロックボルトは、次の工程を経て製造される。

- (1) 引張強さ：490～640N/mm²，伸び：20%以上，板厚：1.8～2.3mm の高張力鋼板を外径：50～55mm の溶接鋼管に造管する工程
- (2) 溶接鋼管をロール成形し、単数又は複数の凹部が管軸方向に延びている外径：34.0～38.0mm の異形管を作製する工程
- (3) 異形管を所定の長さに切断する工程
- (4) 異形管の切断端部を縮径加工する工程
- (5) 挿入側，加圧流体圧入側共に異形管の管端にスリーブを被せて封止する工程
- (6) 加圧流体圧入側のスリーブに、異形管内部に達する加圧流体圧入孔を穿孔する工程

図面の簡単な説明

- 図1は、鋼管製ロックボルトを膨張させて地盤を補強する説明図
- 図2Aは、ボルト挿入孔に挿し込まれた未膨張の鋼管製ロックボルトの断面図
- 図2Bは、膨張過程にある鋼管製ロックボルトに加わる圧力の説明図
- 図2Cは、膨張完了後の鋼管製ロックボルトに加わる圧力の説明図
- 図3は、ハイドロポンプの性能を示すグラフ
- 図4は、異形管製造時の断面の形状変化を説明する図
- 図5は、異形管製造時の第一工程で使用するロール形状の説明図
- 図6は、同じく第二工程で使用するロール形状の説明図
- 図7は、同じく第三工程で使用するロール形状の説明図
- 図8は、同じく第四工程で使用するロール形状の説明図

25

発明を実施するための最良の形態

本発明の高耐力鋼管製ロックボルトは、高張力鋼を素材にしているので、従来よりも薄い鋼板を使用できる。薄鋼板から作製されたロックボルトは、外径寸法が同じ従来のロックボルトと比較すると、異形部を構成する湾曲部分で肉厚方向

中心部の最小曲げ半径が大きい。素材板厚が薄いほど異形管への変形加工時やロックボルトの加圧・膨張時に導入される歪みが少ないので、累積歪みも少なく、加圧・膨張時の割れを回避できる。その結果、信頼性の高いロックボルトが得られる。薄鋼板の使用が可能なことは、同じ外径寸法を維持したままロックボルト
5 が軽量化されることを意味し、施工現場での取扱い性、作業性が向上する。

薄肉のロックボルトほど、付加水圧が低い段階で異形管凹部の膨出変形が開始される。膨出変形開始後にも低い水圧で変形が進行するため、高圧ポンプの負荷が軽減され、比較的低い吐出圧でより多量の高圧水を吐出・供給でき、結果的に加圧・膨張に要する時間が短縮される。この点でも薄鋼板を素材に使用すること
10 は有利であり、作業性の飛躍的な向上につながる。

たとえば、現場施工で 170kN の耐力を得るため、引張強さ： $300\text{N}/\text{mm}^2$ 級で伸び：35%程度、板厚：3mm の鋼板から造管した外径：54mm の鋼管を外径：36mm に異形変形することにより、引張強さ： $400\text{N}/\text{mm}^2$ の異形管がロックボルトに從來から使用されている。

15 耐力：170kN 級のロックボルトの素材に高張力鋼の薄板を使用すると、加圧・膨張時の割れ発生が抑制され、信頼性の高い高耐力鋼管製ロックボルトが得られる。具体的には、引張強さ： $490\sim 640\text{N}/\text{mm}^2$ 、伸び：20%以上の高張力鋼板を素材に使用すると、1.8~2.3mm 程度の板厚であっても、外径：54mm の丸パイプを異形変形加工して得られる外径：36mm 程度の異形管は $530\sim 690\text{N}/$
20 mm^2 の引張強さをもつ。そのため、異形管をロックボルトに作り込んで岩盤に設けたボルト挿入孔に挿し込み、加圧・膨張によって岩盤に固結させるとき、170kN 級の耐力が得られる。

薄い素材鋼板が使用可能なことは、異形管製造時に曲げ変形を受ける部位の曲げ半径を比較的大きく設定できることを意味する。たとえば、外径：54mm の
25 丸パイプを図 2A の断面形状をもつ異形管に変形加工して外側曲げ半径：5mm の曲げ部（凹部 4）を成形するとき、肉厚：3mm の丸パイプから得られる異形管では内側曲げ半径が 2mm になるが、肉厚：2mm の丸パイプから得られる異形管では内側曲げ半径が 3mm になる。このように、溶接鋼管の肉厚（換言すれば、素材鋼板の板厚）が小さいほど曲げ半径が大きくなり、異形変形時の累積歪

み量が減少する。その結果、割れ発生に至る限界累積歪みまでの許容歪み量が大きく、加圧・膨張時にバースト（破裂）の虞が低下する。

効果的な累積歪み量の減少を図るため、素材鋼板の板厚を 1.8~2.3mm の範囲に選定している。2.3mm を超える板厚では、異形管製造時に曲げ半径を大きくする効果が得られがたい。逆に板厚が 1.8mm 未満の素材鋼板から 170kN 級の耐力をもつロックボルトを得るためには、引張強さが 640N/mm^2 を超える高張力鋼を必要とする。このような高張力鋼では、異形管製造時に必要な伸びを確保できず、外径：50~55mm 程度の溶接鋼管から膨張型のロックボルトに必要な異形管を製造することが極めて困難である。また、 490N/mm^2 未満の引張強さでは、外径：50~55mm 程度の丸パイプから耐力：170kN 級のロックボルトを得がたい。伸びに関しても、加圧・膨張時に異形管のバーストを防止する上で 20%以上が必要である。

膨張型の鋼管製ロックボルトは、たとえば図 2A に示す異形断面形状の異形管を備え、異形管内部に加圧流体を圧入して凹部 4 を反転・膨出させ、元の円形断面に戻すように加圧・膨張させるときに生じる鋼管と岩盤との固結力で岩盤を補強するロックボルトである。変形した異形管の肉厚が異なっていると、それぞれに形成されている凹部 4 の反転・膨出に必要な圧力も変わる。異形管の外径や各異形管に形成されている凹部 4 の形状がほぼ同じ場合、凹部 4 の反転・膨出に必要な圧力は、薄肉異形管よりも厚肉異形管の方が大きくなる。肉厚に応じた反転・膨出圧力の上昇は、折り畳まれた異形管の加圧・膨張による曲げ戻し変形に必要なモーメントが $(t^2b/4) \times \sigma_e$ [t ：板厚， b ：板幅， σ_e ：降伏応力] で概算され、板厚 t の二乗に比例して増加することで説明できる。

一般に、ハイドロポンプで容器内に流体を圧入し、容器内を所定圧まで昇圧するとき、容器内圧力が低い段階ではポンプからの流入量が多いが、容器内圧力が高くなるにつれ流入量が少なくなる。容器内圧力と流入量との関係から、異形管の凹部 4 が膨出を開始する圧力が低いことは、膨出開始以前の低圧段階で多量の流体が異形管内部に送り込まれることを意味する。逆に膨出開始圧力が高いと、異形管内部が次第に高圧になって流体流入量が漸減する結果、高圧に達するまでに流体供給の長時間継続を余儀なくされる。

具体的には、空気／水の断面積比が 65／1 のハイドロポンプを用い、圧力：0.6MPa の空気を供給した際の高圧水吐出量と吐出圧力との関係を図 3 に示す。図 3 の関係は、ロックボルト内が昇圧されるに伴い高圧水吐出量が漸減し、ロックボルト内圧力が 7MPa に達した段階で吐出量が 10.6L／分まで減少することを示している。

仮に肉厚：2mm の異形管に設けた凹部 4 の膨出開始に必要な圧力を 7MPa、肉厚：3mm の異形管に設けた凹部 4 の膨出開始に必要な圧力を 17MPa とし、供給空気圧：0.6MPa でロックボルトを加圧・膨張するとき、ロックボルト内の圧力に応じて高圧水吐出量は次のように変化する。

- 10 肉厚：2mm の異形管は、圧力：7MPa で膨出が始まる。他方、肉厚：3mm の異形管は、圧力：7MPa で膨出開始せず、ロックボルト内圧力が 17MPa に達した時点で膨出し始める。圧力：17MPa では、吐出量が 7.2L／分まで少なくなっている。異形管凹部 4 が膨出し始めた後では、膨出開始圧力以下の加圧力で膨出変形が進行し、異形管の肉厚相違に拘わらず一様な膨出形態をとる。地盤や
- 15 岩盤に穿たれたボルト挿入孔の内径に相当するまで異形管を膨張させた後、膨張した異形管でボルト挿入孔の内壁を押圧するのに必要な圧力が異形管に更に加えられる。

- 異形管の膨出変形に及ぼす肉厚の影響から、肉厚：2mm の異形管に比較して肉厚：3mm の異形管ではロックボルト内圧力を 7MPa から 17MPa まで高め、
- 20 吐出圧力：7MPa～17MPa に対応する吐出量で高圧水を供給し続けることが必要になり、その分だけハイドロポンプの作動時間が長くなる。更なる膨出変形の進行に必要な圧力も肉厚：2mm の異形管に比較して高く、吐出量が少ない領域での高圧水供給による異形管の膨出変形を続行することが要求される。すなわち、肉厚の異形管では、薄肉の異形管に比較して加圧・膨出にかかる時間が長くなる。
- 25 この点でも、高張力鋼板から作製された薄肉の異形管は、加圧・膨張が迅速に進行するロックボルトとして有利である。

高張力鋼の薄板を素材とするロックボルトは、次の工程で製造される。

所定の機械的特性をもつ板厚：1.8～2.3mm の高張力鋼板を用い、通常の造管法で外径：50～55mm 程度の溶接鋼管を製造する。造管法としては、高周波溶

接、レーザー溶接、TIG 溶接等を採用できる。溶接鋼管をロール成形することにより、円周部、円周部に続く凹部 4 で外周が区画される凹型断面形状をもつ外径：34～38mm の異形管を製造する。

溶接鋼管から異形管への変形加工には特開 2003-145216 号公報で紹介したロール成形法が好ましいが、ロール成形に限らず押出成形、プレス成形等によっても同様な異形管を製造できる。

ロール成形法では、断面形状を図4に示すように変形させながら異形管を製造する。

先ず、高周波溶接法等で造管された丸パイプ状の溶接鋼管（図 4 a）を用意し、
10 第一工程で、異形管凹部の周方向長さ及び凹部以外の周方向長さにはほぼ適合する
ように円弧の半径及び角度を設定した大小二種類の凸曲面 F_{11} , F_{21} をもつ断面
形状 C_1 （図 4 b）にロール成形する。第一工程では、曲率半径が異なる凹クラウ
ンを付けた一对の成形ロール 11, 12（図 5）を備えたロールスタンドが使用さ
れる。曲率半径を順次大きくした複数対の成形ロールを備えた多段のロールスタ
15 ンドも使用できる。

成形ロール 11, 12 の間に丸パイプ状の溶接鋼管 M を通すと、凹クラウンの曲率半径が溶接鋼管 M に転写され、丸断面 C₀ (図 4 a) が曲率半径の大きな凸曲面 F₁₁ 及び曲率半径の小さな凸曲面 F₂₁ で構成される断面形状 C₁ (図 4 b) になる。

20 次いで、第二工程で、曲率半径の大きな凸曲面 F_{11} の中央に円盤状ロールを押し当てて内側に窪ませる（図 4 c）。第二工程では、端面の曲率半径が小さな円盤状ロール 21 と、第一工程で使用した曲率半径の小さな成形ロール 12 の凹クラウン以下の曲率半径で凹クラウンを付けた成形ロール 22 を備えたロールスタンドが使用される（図 6）。第二工程でも、曲率半径を順次小さくした複数対の円
25 盤状ロール、成形ロールを備えた多段のロールスタンドを使用できる。

曲率半径の大きな凸曲面 F_{11} の中央に円盤状ロール 21 を押し当てながら円盤状ロール 21、成形ロール 22 の間に溶接鋼管 M を通すと、凸曲面 F_{11} の中央が半径方向内側に窪み、槌状の湾曲面 F_{12} が管軸方向に延びた断面形状 C_2 (図 4 c) に成形される。管外形を構成する凸曲面 F_{22} は、溶接鋼管 M の当初径にほぼ

等しい曲率半径を維持している。

岩盤や地盤に穿たれたボルト挿入孔の内径は、膨張した異形管を押し当ててボルト挿入孔の内壁を加圧することから、異形管の外径よりも大きい溶接鋼管 M の外径よりも小さくなっている。そこで、第三工程で、断面形状 C₂ を小径の断面形状にする。第三工程では、溶接鋼管 M の当初径よりも小さな曲率半径で凹クラウンを付けた一对の成形ロール 31, 32 (図 7) を備えたロールスタンドを使用する。第三工程でも、曲率半径を順次小さくした複数対の成形ロールを備えた多段のロールスタンドを使用できる。

断面形状 C₂ の管材を成形ロール 31, 32 の間に通すと、成形ロール 31, 32 の凹クラウンに応じて凸曲面 F₂₂ が開口部 o を狭めるように湾曲し、曲率半径の小さな円周曲面 F₂₃ (図 4 d) に成形される。凸曲面 F₂₂ の湾曲変形に伴い、樋状の湾曲面 F₁₂ も曲率半径の小さな湾曲面 F₁₃ になる。第三工程では、第一工程の成形ロール 11, 12, 第二工程の円盤状ロール 21, 成形ロール 22 に対する溶接鋼管 M の相対的位置関係から溶接鋼管 M を断面方向に 90 度回転させ、成形ロール 31, 32 の間に開口部 o, 溶接部 w を位置させることが好ましい。90 度回転した位置関係により、凸曲面 F₂₂ に働く成形ロール 31, 32 の押圧力が均一化し、曲率半径が均一な湾曲面 F₁₃, 円周曲面 F₂₃ をもつ断面形状 C₃ (図 4 d) に成形される。

開口部 o が狭められた断面形状 C₃ は、更に第四工程でボルト挿入孔より小さな外径の断面形状 C₄ に整形される。第四工程では、小径の断面形状 C₄ に成形することから、好ましくは一对の成形ロール 41, 42 の他に押えロール 43 を備えたロールスタンドが使用される。第四工程でも、同様な構成のロールスタンドを複数段配置し、多段階で断面形状 C₃ を小径の断面形状 C₄ に成形しても良い。

押えロール 43 で円周曲面 F₂₃ の中央部を押えながら成形ロール 41, 42 で凸曲面 F₂₂ に押圧力を加えるため、加工されている溶接鋼管 M の位置が安定化し、凸曲面 F₂₂ の均一な湾曲変形が進行する。湾曲化は、円周曲面 F₂₃ の開口部 o が接近し、外周曲面 F₂₄, 内周曲面 F₁₄ で二重管に近い形状の断面形状 C₄ (図 4 e) に整形されるまで続けられる。縮径加工の進行中に円周曲面 F₂₃ がロールギャップからはみ出すことが押えロール 43 で規制されるため、扁平化すること

なく目標の小径断面形状 C₄ が得られる。

製造された異形管を所定長さに切断した後、両端を封止する。

封止側管端は、たとえば先端から軸方向長さ：80mm の管端部分を縮管金型で外径：32～34mm に縮管した後、外径：36～40mm，肉厚：2.0～3.0mm，長さ：60～80mm のスリーブを縮管部に被せ、管端の開口に管端封止用ポンチを
5 圧入してポンチの口金に沿った密着扁平状態に管端を成形し、溶接封止される。

加圧流体圧入側の管端は、同様に先端から軸方向長さ：80mm の管端部分を縮管した後、外径：40～42mm，肉厚：3.5～4.5mm，長さ：60～80mm のスリーブを縮管部に被せ、管端の開口に管端封止用ポンチを圧入してポンチの口金に沿った密着扁平状態に管端を成形し、溶接封止される。加圧流体圧入側の管端に
10 装着されるスリーブとしては、岩盤又は地盤に埋設したロックボルトの引抜試験時にロックボルトを確実にチャッキングするため環状凹溝を設けたスリーブが好ましい。

異形管の両端を封止した後、異形管内部に達する加圧流体圧入孔を加圧流体圧入側のスリーブに穿孔する。加圧流体圧入孔の位置は、スリーブの端部から若干
15 離れた個所に設定される。

岩盤や地盤に打設されるロックボルトは、水分量，水質，通気量等に応じて酸性からアルカリ性まで種々の環境に曝される。かかる環境を考慮し、内外面にめっき層を設けためっき鋼管をロックボルトの素材に使用すると、岩盤や地盤中で
20 の耐食性が向上し、耐久性に優れたロックボルトが得られる。めっき鋼管は、プレめっき，ポストめっきの何れでも製造できるが、めっき鋼板から造管されたプレめっき鋼管が生産性の面から好ましい。

めっきには、Zn 系めっき，Zn-Al 系合金めっき，Zn-Al-Mg 系合金めっき等がある。Zn 系めっきでは、0.1～0.2 質量%程度の Al を添加しためっき浴を用い、
25 Fe-Zn 系合金層の成長を抑制して加工性を改善しためっき層が好ましい。Zn-Al 系合金めっきでは、同一厚みの Zn 系めっき層に比較して 2～4 倍の耐食性を示す Zn-5%Al，Zn-55%Al 等がある。更に耐食性に優れためっき層として Zn-Al-Mg 合金めっき層があり、硬質の Zn-Al-Mg 合金めっき層を形成すると、ロックボルトの搬送時や固い地盤に挿入したロックボルトを膨張拡張させる際、岩盤と

の接触や石等の飛散物による疵の発生が抑制される。錆発生起点になる疵が少なくなるため、Zn-Al-Mg 合金めっき層の高耐食性と相俟って腐食環境下におけるロックボルトの耐久性、信頼性が向上する。

5 Zn-Al-Mg 合金めっき層は、高耐食性を付与し、しかも硬質めっき層であるため、Al-Zn 系めっき層に比較して 3~30 μ m と薄膜化できる。Zn-Al-Mg 合金めっき層は、Mg : 0.05~10 質量%, Al : 4~22 質量%を含み、必要に応じて、Ti : 0.001~0.1 質量%, B : 0.0005~0.045 質量%, 希土類元素, Y, Zr, Si 等の易酸化性元素少なくとも一種 : 0.005~2.0 質量%を含ませることもできる。

10 Mg は、めっき層の最表層に Mg を含む Zn 系腐食生成物を形成させ、めっき層中の Al と共に土壌環境下においてめっき層の腐食速度を減少させる。プレめっき鋼管を製造する際の溶接ビード部や切断端面にも腐食生成物の一部が流れ込み、ビード部や切断端面の腐食が抑制される。更に、ビード部を補修溶射した場合、Mg 含有 Zn 系腐食生成物が溶射層上又は溶射層上の腐食生成物中に流れ込み、下地の鋼素地を保護する。めっき層中に Zn-Mg 系の金属間化合物を形成させてめっき層を硬質化する上でも Mg は有効な成分である。このような効果を發揮させるため、Mg 含有量を 0.05~10 質量% (好ましくは、1~4 質量%) の範囲に調整する。

めっき層中の Zn, Mg が Mg 含有 Zn 系腐食生成物を形成するのに対し、Al は固着性の極めて強い Zn-Al 系腐食生成物を形成し、耐食性の向上に寄与する。

20 Al 含有により Zn/Al/Zn₂Mg 三元共晶がめっき層の凝固組織に出現する。Zn/Al/Zn₂Mg 三元共晶組織は、Zn/Zn₂Mg 二元共晶組織より組織が微細であり、耐食性向上めっき層の硬質化に有効である。固着性の強い Zn-Al 系腐食生成物を形成し、Zn/Al/Zn₂Mg 三元共晶組織を形成させるため、4 質量%以上の Al 含有量が必要である。しかし、Al 含有量の増加に応じてめっき金属の融点

25 が上昇し、プレめっき鋼管の素材 (めっき鋼板) を製造する際にめっき浴を高温に保持することが必要になり素材の生産性も悪くなるので、Al 含有量の上限を 22 質量%とする。

任意成分である Ti, B を添加すると、表面外観を害する Zn₁₁Mg₂ 相の生成が抑制され、めっき層中に晶出する Zn-Mg 系金属間化合物が実質的に Zn₂Mg の

みになる。具体的には、Ti : 0.001 質量%以上（好ましくは、0.002 質量%以上）で $\text{Zn}_{11}\text{Mg}_2$ 相の生成を効果的に抑制される。しかし、0.1 質量%を超える過剰量の Ti が含まれると、めっき層中に Ti-Al 系析出物が成長し、めっき層に凹凸（ブツ）が生じ、外観が損なわれる。

- 5 $\text{Zn}_{11}\text{Mg}_2$ 相の生成抑制は、0.0005 質量%以上（好ましくは、0.001 質量%以上）の B 含有によっても達成される。しかし、0.045 質量%を超える過剰量の B 含有では、めっき層中に Ti-B 系析出物、Al-B 系析出物が成長し、めっき層に凹凸（ブツ）が生じ、外観を損ねるようになる。

- 比較的多量の Al, Mg を含む溶融 Zn-Al-Mg 系合金めっき鋼管製のロックボルトでは、Zn-Al-Mg 系合金めっき成分系に特有の表面光沢劣化現象が生じやすい。表面光沢劣化現象は、めっき層表面が製造直後の美しい金属光沢から灰色に経時変化する現象であり、ロックボルトの商品価値を下げる。易酸化性元素である希土類元素, Y, Zr, Si の少なくとも一種を 0.005 質量%以上添加することにより、表面光沢劣化現象を抑制できる。しかし、過剰添加しても増量に見合った改善効果
10 15 果が得られないので、希土類元素, Y, Zr, Si 等の添加量上限は 2.0 質量%とする。

- Zn-Al-Mg 合金めっき層は、Al 含有量が多くなるほどめっき層/下地鋼の界面に Fe-Al 系金属間化合物が局部的に生成しやすくなる。Fe-Al 系金属間化合物は、めっき鋼板やめっき鋼管の成形加工時にめっき層剥離を誘発させる。加工性に有害な Fe-Al 系金属間化合物の生成は、微量の Si をめっき層に含ませることにより抑制できる。
20

実施例

- 引張強さ : $490\text{N}/\text{mm}^2$, 伸び : 28%, 板厚 : 2.1mm の高張力鋼板を外径 :
25 54mm の溶接鋼管に造管した。溶接鋼管をロール成形し、凹部 4 が管軸方向に延びた断面形状（図 2 A）をもつ外径 : 36mm の異形管を製造した。得られた異形管は、引張強さが $550\text{N}/\text{mm}^2$ であった。

異形管を長さ : 4m に切断し、両方の切断端面から長さ : 75mm の管端部を外径 : 33.1mm に縮管加工した。一方の縮管部に内径 : 33.1mm, 外径 : 38.1mm,

肉厚：2.5mm，長さ：70mm のスリーブを装着し、管端を溶接封止した。加圧流体圧入側となる他方の縮管部に内径：33.1mm，外径：41.1mm，肉厚：4.0mm，長さ：70mm のスリーブを装着し、管端を溶接封止した。

- 管端を封止した後、異形管内部に達する孔径：3.0mm の加圧流体圧入孔を加
5 圧流体圧入側スリーブの側面に穿孔した。

比較のため、引張強さ：300N/mm²，伸び：35%，板厚：3.0mm の鋼板を外径：54mm の溶接鋼管に造管し、同様な条件下で外径：36mm の異形管を用いたロックボルトを製造した。

- 本発明例，比較例のロックボルトそれぞれに加圧・膨張用シールヘッドを被せ、
10 ハイドロポンプから高圧水を異形管内部に圧入して加圧・膨張させることにより膨張時の変形状態を調査した。

- 本発明例のロックボルトでは、内部の水圧が 7MPa に達した時点で凹部 4
（図 2 A）の膨出変形が始まった。膨出変形開始後、水圧：5MPa で膨出変形が
継続した。膨出変形が進行している間は、5MPa の水圧下で高圧水が流量 11.3L
15 /分で異形管内部に送り込まれ、31 秒で異形管の膨出変形が完了した。

比較例のロックボルトでは、水圧：7MPa では凹部 4 が膨出せず、水圧が 17MPa に達したとき膨出変形が始まった。膨出変形の継続に必要な水圧は、10MPa であった。水圧：10MPa での高圧水供給量は 9.6L/分と少なく、膨出変形の完了までに 41 秒かかった。

- 20 この対比から、本発明例のロックボルトを使用すると、所定の膨張状態を得るまでの加圧時間が従来品の約 3/4 に短縮できることが判る。加圧時間の短縮は、ロックボルトの打設本数が数百～数千にもなるトンネル等の岩盤補強工事にあつては、大幅な工期短縮をもたらす。しかも、比較的低い水圧で膨張状態が得られるため、使用するハイドロポンプの負荷も軽減される。

- 25 施工現場での打設を想定して加圧・膨張させたロックボルトを引抜試験したところ、本発明のロックボルトは耐力：170kN 級を十分に満足していた。また、本発明例のロックボルトは、比較例のロックボルトよりも薄肉のため約 30%軽量化されており、施工現場への運搬や施工現場での取扱いが容易になる。しかも、異形管の累積歪みが少ないため、加圧・膨張時の歪み導入に起因するバーストも

抑制され、ロックボルト打設作業の安全性も向上する。

請求の範囲

1. 引張強さ：490～640N/mm²、伸び：20%以上、板厚：1.8～2.3mm の高張力鋼板を素材とし、単数又は複数の凹部が管軸方向に延びている異形管で膨張型のロックボルト本体が構成されていることを特徴とする高耐力鋼管製ロックボルト。
2. 亜鉛めっき層、亜鉛-アルミニウム合金めっき層又は亜鉛-アルミニウム-マグネシウム合金めっき層が異形管に設けられている請求項1記載の高耐力鋼管製ロックボルト。
3. 異形管の引張強さが 530～690N/mm²、伸びが 20%以上である請求項1記載の高耐力鋼管製ロックボルト。
4. 工程(1)～(6)を包含する高耐力鋼管製ロックボルトの製造方法。
 - (1) 引張強さ：490～640N/mm²、伸び：20%以上、板厚：1.8～2.3mm の高張力鋼板を外径：50～55mm の溶接鋼管に造管する工程
 - (2) 溶接鋼管をロール成形し、単数又は複数の凹部が管軸方向に延びた外径：34.0～38.0mm の異形管を作製する工程
 - (3) 異形管を所定の長さに切断する工程
 - (4) 異形管の切断端部を縮径加工する工程
 - (5) 挿入側、加圧流体圧入側共に異形管の管端にスリーブを被せて封止する工程
 - (6) 加圧流体圧入側のスリーブに、異形管内部に達する加圧流体圧入孔を穿孔する工程

FIG.1

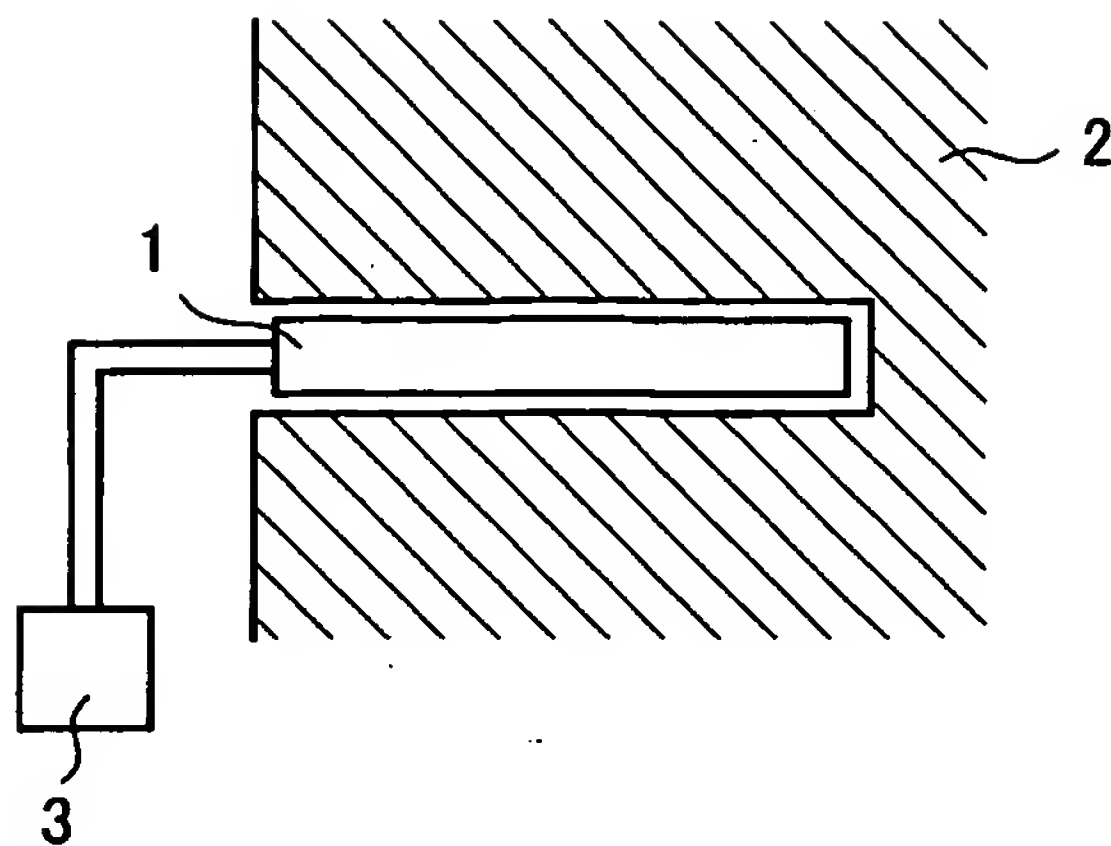


FIG.2A

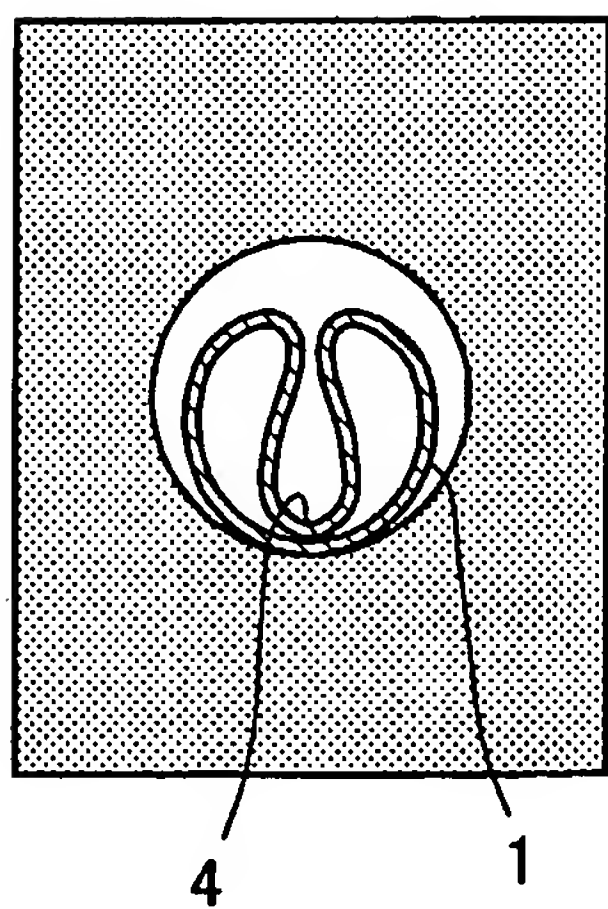


FIG.2B

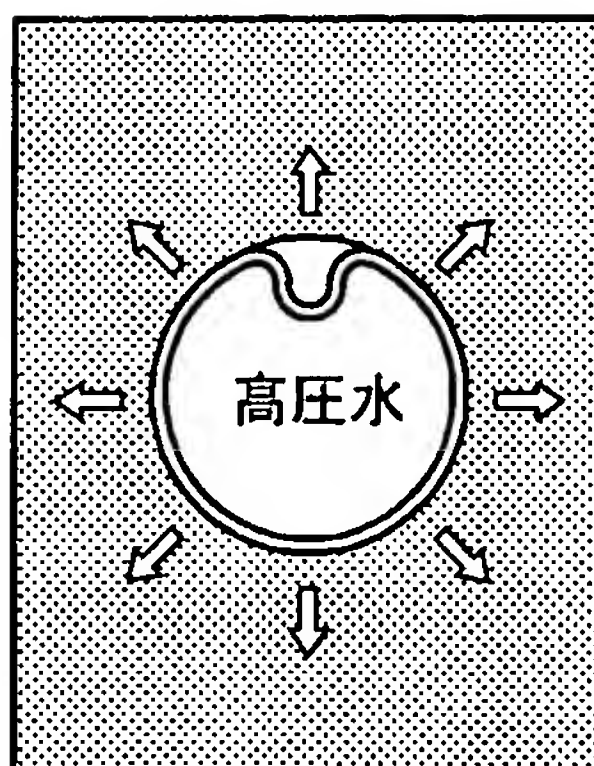


FIG.2C

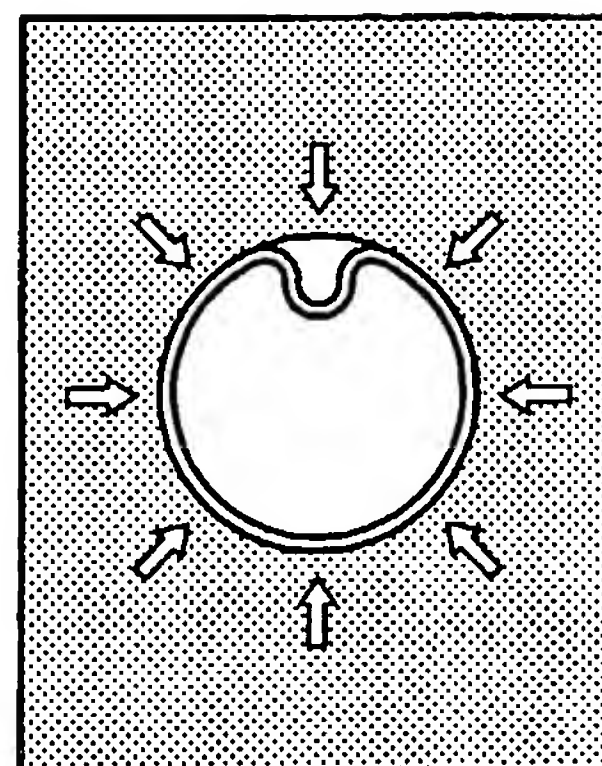


FIG.3

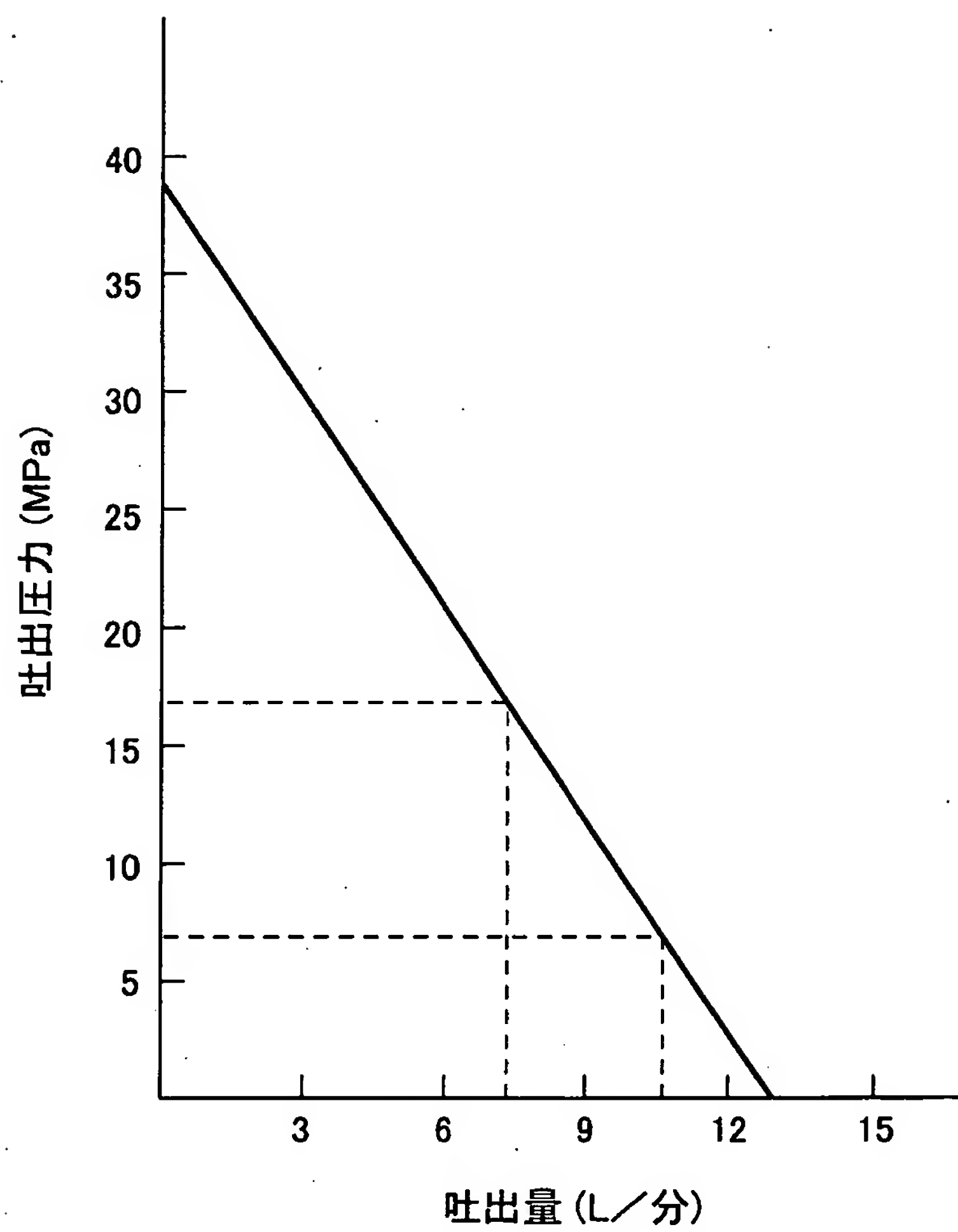


FIG.4

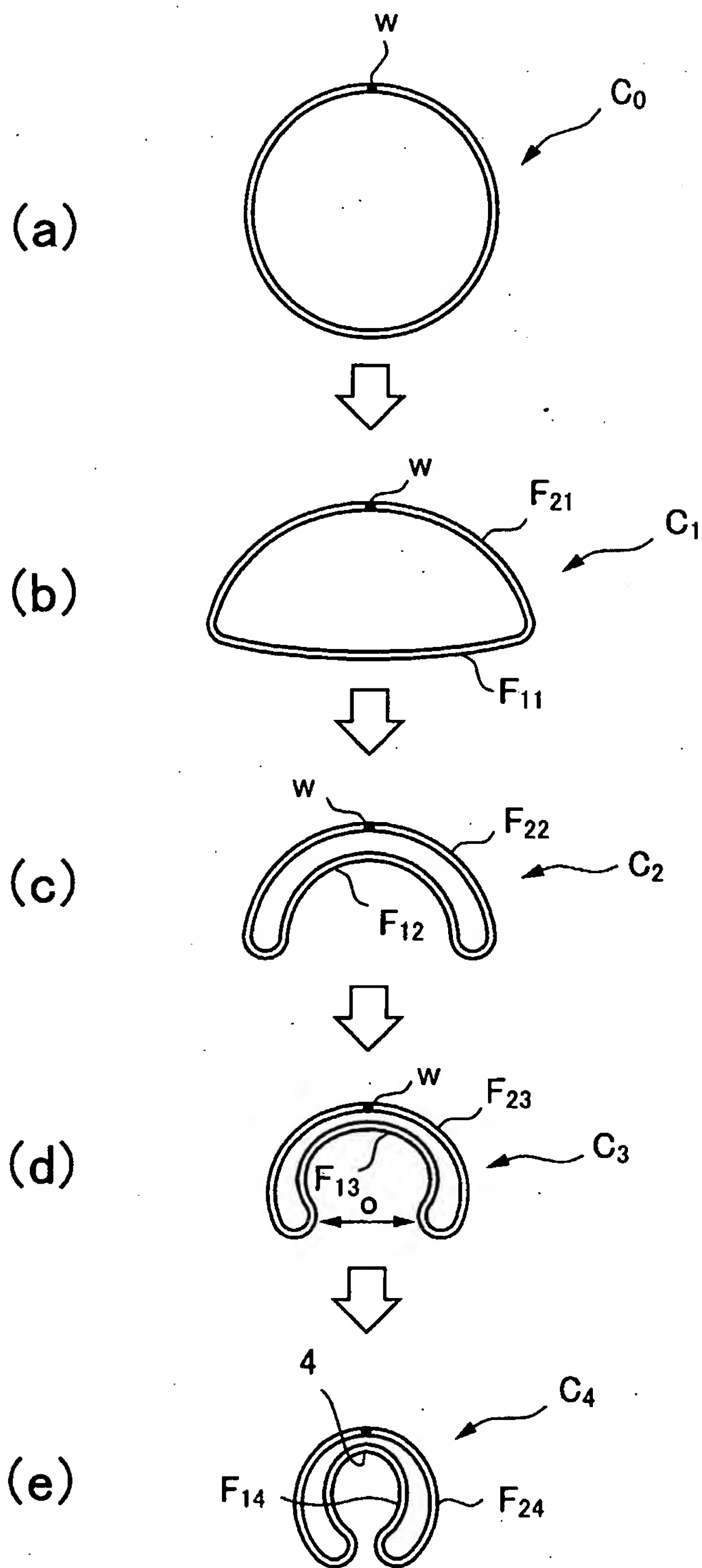


FIG.5

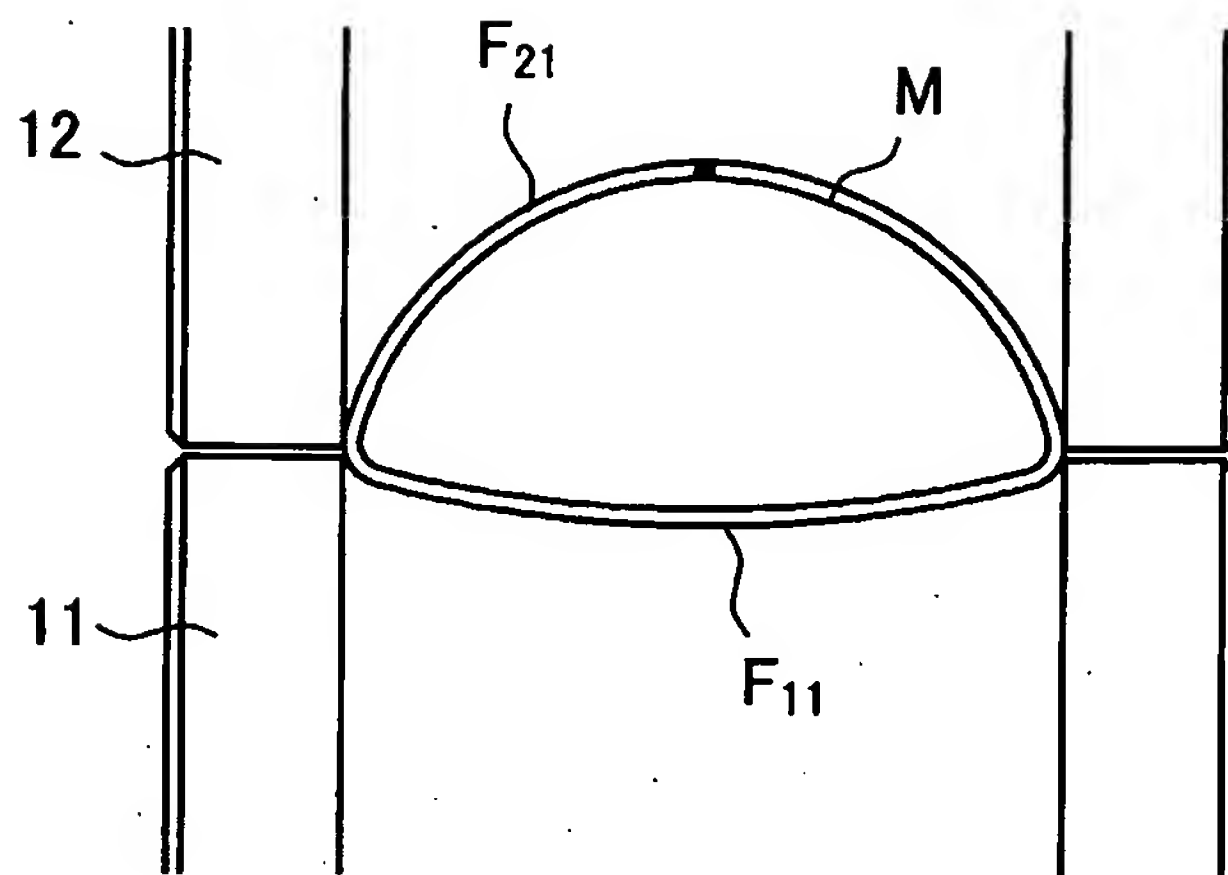


FIG.6

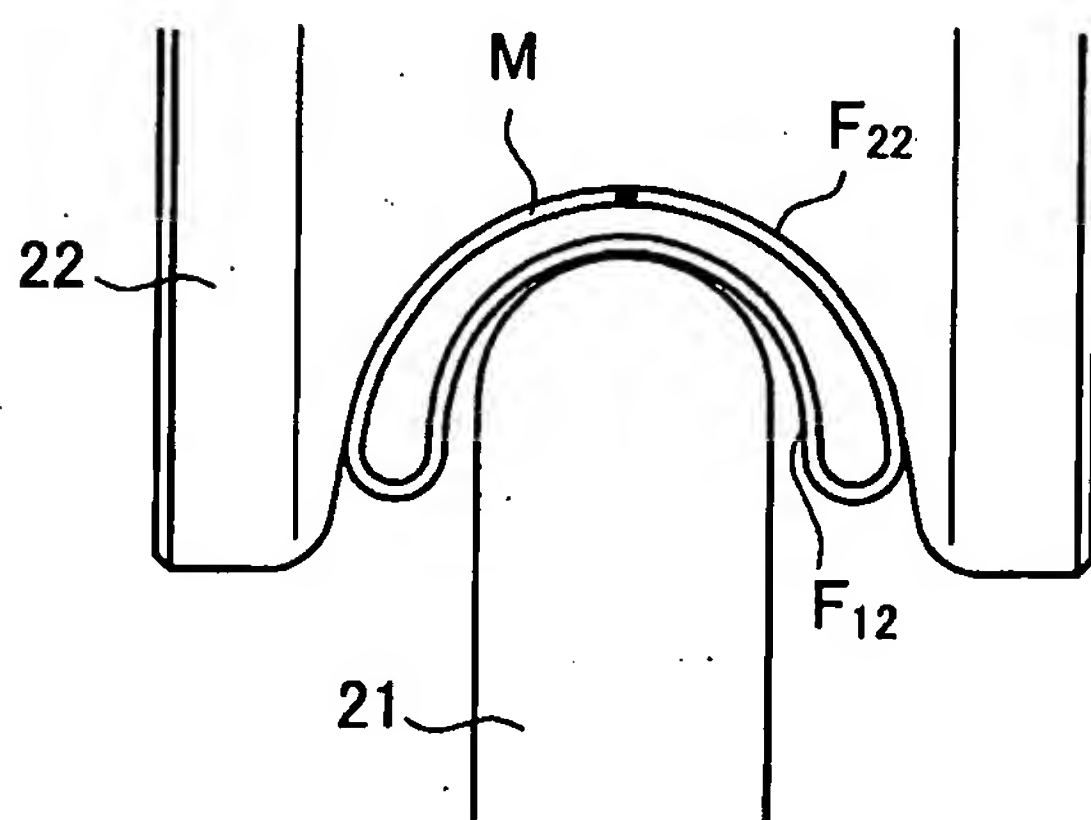


FIG.7

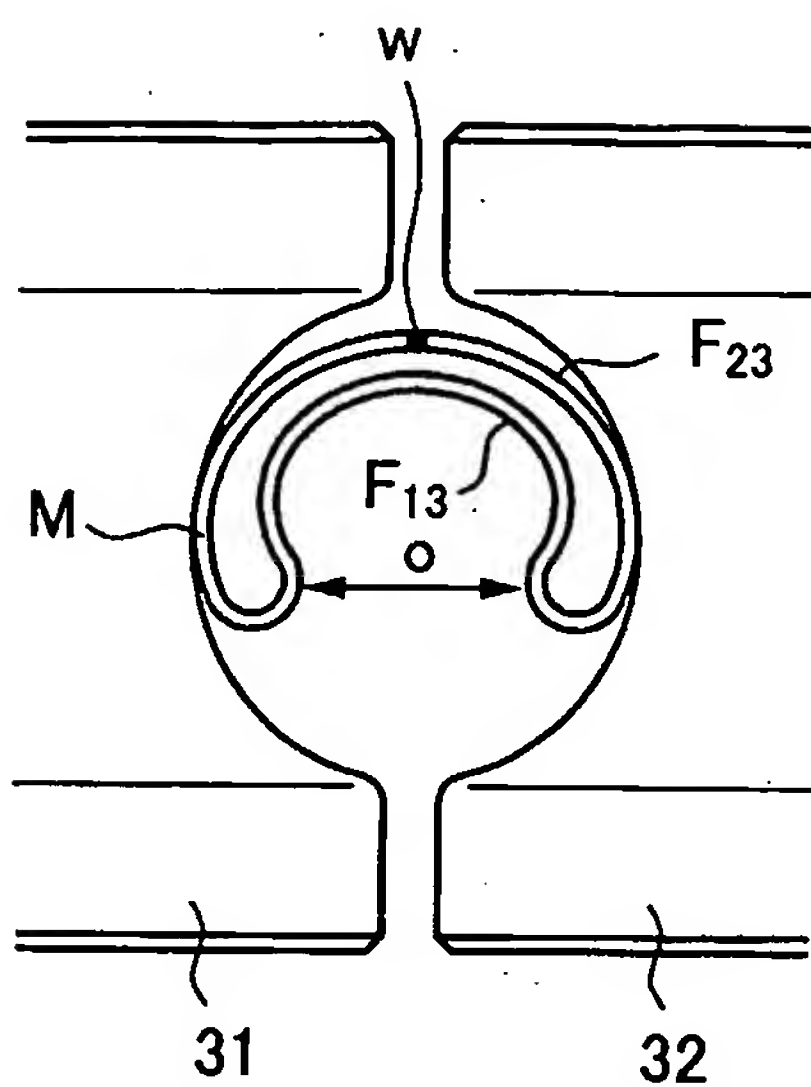
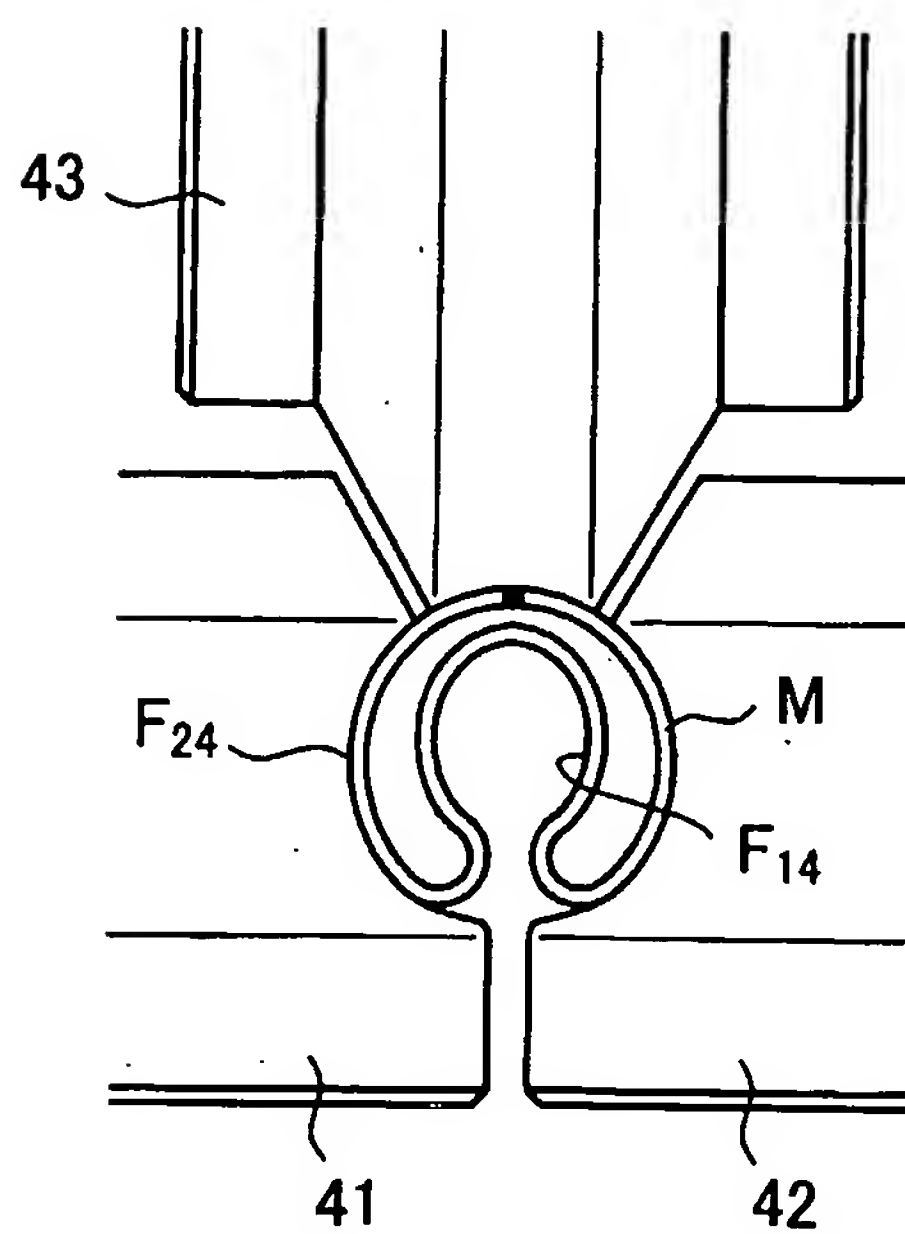


FIG.8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011205

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ E21D20/00, C23C2/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ E21D20/00, C23C2/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-206698 A (Nisshin Steel Co., Ltd.), 25 July, 2003 (25.07.03), Full text; Figs. 3 to 6 (Family: none)	1-4
A	JP 07-189598 A (Kabushiki Kaisha KFC), 28 July, 1995 (28.07.95), Full text; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 November, 2004 (02.11.04)

Date of mailing of the international search report
22 November, 2004 (22.11.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011205

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 75123/1987 (Laid-open No. 185900/1988) (Yoshiki FUNAKOSHI), 29 November, 1988 (29.11.88), Full text; Fig. 8 (Family: none)	1-4
A	JP 64-043700 A (Sato Kogyo Co., Ltd.), 15 February, 1989 (15.02.89), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ E21D20/00, C23C2/06		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ E21D20/00, C23C2/06		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-206698 A (日新製鋼株式会社) 2003. 07. 25, 全文, 図3-6 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 07-189598 A (株式会社ケー・エフ・シー) 1995. 07. 28, 全文, 図1, 2 (ファミリーなし)	1-4
A	日本国実用新案登録出願62-75123号 (日本国実用新案登録 出願公開63-185900号) の願書に添付した明細書及び図面 の内容を記録したマイクロフィルム (船越善己) 1988. 11. 29, 全文, 第8図 (ファミリーなし)	1-4
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列举されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	02. 11. 2004	国際調査報告の発送日
		22.11.2004
国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官 (権限のある職員)	2D 3201
日本国特許庁 (ISA/JP)	西田 秀彦	
郵便番号100-8915	電話番号 03-3581-1101	内線 3241
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 64-043700 A (佐藤工業株式会社) 1989. 02. 15, 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-4

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

(Chapter I of the Patent Cooperation Treaty)

(PCT Rule 44bis)

Applicant's or agent's file reference 04-06PCT	FOR FURTHER ACTION	See item 4 below
International application No. PCT/JP2004/011205	International filing date (<i>day/month/year</i>) 29 July 2004 (29.07.2004)	Priority date (<i>day/month/year</i>) 14 January 2004 (14.01.2004)
International Patent Classification (8th edition unless older edition indicated) See relevant information in Form PCT/ISA/237		
Applicant NISSHIN STEEL CO., LTD.		

1. This international preliminary report on patentability (Chapter I) is issued by the International Bureau on behalf of the International Searching Authority under Rule 44 bis.1(a).

2. This REPORT consists of a total of 4 sheets, including this cover sheet.

In the attached sheets, any reference to the written opinion of the International Searching Authority should be read as a reference to the international preliminary report on patentability (Chapter I) instead.

3. This report contains indications relating to the following items:

- | | | |
|-------------------------------------|--------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Box No. I | Basis of the report |
| <input type="checkbox"/> | Box No. II | Priority |
| <input type="checkbox"/> | Box No. III | Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability |
| <input type="checkbox"/> | Box No. IV | Lack of unity of invention |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Box No. V | Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement |
| <input type="checkbox"/> | Box No. VI | Certain documents cited |
| <input type="checkbox"/> | Box No. VII | Certain defects in the international application |
| <input type="checkbox"/> | Box No. VIII | Certain observations on the international application |

4. The International Bureau will communicate this report to designated Offices in accordance with Rules 44bis.3(c) and 93bis.1 but not, except where the applicant makes an express request under Article 23(2), before the expiration of 30 months from the priority date (Rule 44bis .2).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. +41 22 338 82 70	Date of issuance of this report 22 August 2006 (22.08.2006) Authorized officer <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Yoshiko Kuwahara</div> e-mail: pt07@wipo.int
---	---

PATENT COOPERATION TREATY

TRANSLATION

From the
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

PCT

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

(PCT Rule 43bis.1)

To:

Date of mailing
(day/month/year)

Applicant's or agent's file reference

04-06PCT

FOR FURTHER ACTION

See paragraph 2 below

International application No.

PCT/JP2004/011205

International filing date (day/month/year)

29.07.2004

Priority date (day/month/year)

14.01.2004

International Patent Classification (IPC) or both national classification and IPC

Applicant

NISSHIN STEEL CO., LTD.

1. This opinion contains indications relating to the following items:



Box No. I

Basis of the opinion



Box No. II

Priority



Box No. III

Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability



Box No. IV

Lack of unity of invention



Box No. V

Reasoned statement under Rule 43bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement



Box No. VI

Certain documents cited



Box No. VII

Certain defects in the international application



Box No. VIII

Certain observations on the international application

2. **FURTHER ACTION**

If a demand for international preliminary examination is made, this opinion will be considered to be a written opinion of the International Preliminary Examining Authority ("IPEA") except that this does not apply where the applicant chooses an Authority other than this one to be the IPEA and the chosen IPEA has notified the International Bureau under Rule 66.1bis(b) that written opinions of this International Searching Authority will not be so considered.

If this opinion is, as provided above, considered to be a written opinion of the IPEA, the applicant is invited to submit to the IPEA a written reply together, where appropriate, with amendments, before the expiration of 3 months from the date of mailing of Form PCT/ISA/220 or before the expiration of 22 months from the priority date, whichever expires later.

For further options, see Form PCT/ISA/220.

3. For further details, see notes to Form PCT/ISA/220.

Name and mailing address of the ISA/JP

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

International application No.

PCT/JP2004/011205

Box No. I Basis of this opinion

1. With regard to the language, this opinion has been established on the basis of the international application in the language in which it was filed, unless otherwise indicated under this item.

☐

This opinion has been established on the basis of a translation from the original language into the following language

_____, which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 12.3 and 23.1(b)).

2. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application and necessary to the claimed invention, this opinion has been established on the basis of:

a. type of material

☐

a sequence listing

☐

table(s) related to the sequence listing

b. format of material

☐

in written format

☐

in computer readable form

c. time of filing/furnishing

☐

contained in the international application as filed.

☐

filed together with the international application in computer readable form.

☐

furnished subsequently to this Authority for the purposes of search.

3. ☐ In addition, in the case that more than one version or copy of a sequence listing and/or table(s) relating thereto has been filed or furnished, the required statements that the information in the subsequent or additional copies is identical to that in the application as filed or does not go beyond the application as filed, as appropriate, were furnished.

4. Additional comments:

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

International application No.

PCT/JP2004/011205

Box No. V Reasoned statement under Rule 43bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability;
citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims <u>1 - 4</u>	YES
	Claims _____	NO
Inventive step (IS)	Claims <u>1 - 4</u>	YES
	Claims _____	NO
Industrial applicability (IA)	Claims <u>1 - 4</u>	YES
	Claims _____	NO

2. Citations and explanations:

In regard to the inventions of claims 1 to 4, the point wherein an expansion type lock bolt body is formed of, as a raw material, a high tension steel plate "having a tensile strength of 490 to 640 M/mm² and an elongation of 20% or more" is neither described in any of the documents cited in the ISR nor obvious to a person skilled in the art.

PATENT COOPERATION TREATY

TRANSLATION

From the
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

PCT

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

(PCT Rule 43bis.1)

To:

Date of mailing
(day/month/year)

Applicant's or agent's file reference

04-06PCT

FOR FURTHER ACTION

See paragraph 2 below

International application No.

PCT/JP2004/011205

International filing date (day/month/year)

29.07.2004

Priority date (day/month/year)

14.01.2004

International Patent Classification (IPC) or both national classification and IPC

Applicant

NISSHIN STEEL CO., LTD.

1. This opinion contains indications relating to the following items:



Box No. I

Basis of the opinion



Box No. II

Priority



Box No. III

Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability



Box No. IV

Lack of unity of invention



Box No. V

Reasoned statement under Rule 43bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement



Box No. VI

Certain documents cited



Box No. VII

Certain defects in the international application



Box No. VIII

Certain observations on the international application

2. **FURTHER ACTION**

If a demand for international preliminary examination is made, this opinion will be considered to be a written opinion of the International Preliminary Examining Authority ("IPEA") except that this does not apply where the applicant chooses an Authority other than this one to be the IPEA and the chosen IPEA has notified the International Bureau under Rule 66.1bis(b) that written opinions of this International Searching Authority will not be so considered.

If this opinion is, as provided above, considered to be a written opinion of the IPEA, the applicant is invited to submit to the IPEA a written reply together, where appropriate, with amendments, before the expiration of 3 months from the date of mailing of Form PCT/ISA/220 or before the expiration of 22 months from the priority date, whichever expires later.

For further options, see Form PCT/ISA/220.

3. For further details, see notes to Form PCT/ISA/220.

Name and mailing address of the ISA/JP

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

International application No.

PCT/JP2004/011205

Box No. I

Basis of this opinion

1. With regard to the language, this opinion has been established on the basis of the international application in the language in which it was filed, unless otherwise indicated under this item.

☐

This opinion has been established on the basis of a translation from the original language into the following language

_____, which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 12.3 and 23.1(b)).

2. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application and necessary to the claimed invention, this opinion has been established on the basis of:

a. type of material

☐

a sequence listing

☐

table(s) related to the sequence listing

b. format of material

☐

in written format

☐

in computer readable form

c. time of filing/furnishing

☐

contained in the international application as filed.

☐

filed together with the international application in computer readable form.

☐

furnished subsequently to this Authority for the purposes of search.

3. ☐ In addition, in the case that more than one version or copy of a sequence listing and/or table(s) relating thereto has been filed or furnished, the required statements that the information in the subsequent or additional copies is identical to that in the application as filed or does not go beyond the application as filed, as appropriate, were furnished.

4. Additional comments:

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

International application No.

PCT/JP2004/011205

Box No. V Reasoned statement under Rule 43bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability;
citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims <u>1 - 4</u>	YES
	Claims _____	NO
Inventive step (IS)	Claims <u>1 - 4</u>	YES
	Claims _____	NO
Industrial applicability (IA)	Claims <u>1 - 4</u>	YES
	Claims _____	NO

2. Citations and explanations:

In regard to the inventions of claims 1 to 4, the point wherein an expansion type lock bolt body is formed of, as a raw material, a high tension steel plate "having a tensile strength of 490 to 640 M/mm² and an elongation of 20% or more" is neither described in any of the documents cited in the ISR nor obvious to a person skilled in the art.

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

(Chapter I of the Patent Cooperation Treaty)

(PCT Rule 44bis)

Applicant's or agent's file reference 04-06PCT	FOR FURTHER ACTION	See item 4 below
International application No. PCT/JP2004/011205	International filing date (<i>day/month/year</i>) 29 July 2004 (29.07.2004)	Priority date (<i>day/month/year</i>) 14 January 2004 (14.01.2004)
International Patent Classification (8th edition unless older edition indicated) See relevant information in Form PCT/ISA/237		
Applicant NISSHIN STEEL CO., LTD.		

1.	This international preliminary report on patentability (Chapter I) is issued by the International Bureau on behalf of the International Searching Authority under Rule 44 <i>bis</i> .1(a).																								
2.	<p>This REPORT consists of a total of 4 sheets, including this cover sheet.</p> <p>In the attached sheets, any reference to the written opinion of the International Searching Authority should be read as a reference to the international preliminary report on patentability (Chapter I) instead.</p>																								
3.	<p>This report contains indications relating to the following items:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="width: 30%;">Box No. I</td> <td style="width: 60%;">Basis of the report</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Box No. II</td> <td>Priority</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Box No. III</td> <td>Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Box No. IV</td> <td>Lack of unity of invention</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Box No. V</td> <td>Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Box No. VI</td> <td>Certain documents cited</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Box No. VII</td> <td>Certain defects in the international application</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Box No. VIII</td> <td>Certain observations on the international application</td> </tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	Box No. I	Basis of the report	<input type="checkbox"/>	Box No. II	Priority	<input type="checkbox"/>	Box No. III	Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability	<input type="checkbox"/>	Box No. IV	Lack of unity of invention	<input checked="" type="checkbox"/>	Box No. V	Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement	<input type="checkbox"/>	Box No. VI	Certain documents cited	<input type="checkbox"/>	Box No. VII	Certain defects in the international application	<input type="checkbox"/>	Box No. VIII	Certain observations on the international application
<input checked="" type="checkbox"/>	Box No. I	Basis of the report																							
<input type="checkbox"/>	Box No. II	Priority																							
<input type="checkbox"/>	Box No. III	Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability																							
<input type="checkbox"/>	Box No. IV	Lack of unity of invention																							
<input checked="" type="checkbox"/>	Box No. V	Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement																							
<input type="checkbox"/>	Box No. VI	Certain documents cited																							
<input type="checkbox"/>	Box No. VII	Certain defects in the international application																							
<input type="checkbox"/>	Box No. VIII	Certain observations on the international application																							
4.	The International Bureau will communicate this report to designated Offices in accordance with Rules 44bis.3(c) and 93bis.1 but not, except where the applicant makes an express request under Article 23(2), before the expiration of 30 months from the priority date (Rule 44bis .2).																								

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. +41 22 338 82 70	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Date of issuance of this report 17 July 2006 (17.07.2006)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"> Authorized officer <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Yoshiko Kuwahara</div> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">e-mail: pt07@wipo.int</td> </tr> </table>	Date of issuance of this report 17 July 2006 (17.07.2006)	Authorized officer <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Yoshiko Kuwahara</div>	e-mail: pt07@wipo.int
Date of issuance of this report 17 July 2006 (17.07.2006)				
Authorized officer <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Yoshiko Kuwahara</div>				
e-mail: pt07@wipo.int				

REC'D 26 NOV 2004

WIPO

PCT

発信人 日本国特許庁（国際調査機関）

出願人代理人
小倉 亘

様

あて名

〒 171-0043
東京都豊島区要町三丁目23番7号
大野千川ビル201PCT
国際調査機関の見解書
(法施行規則第40条の2)
[PCT規則43の2.1]発送日
(日.月.年)

22.11.2004

出願人又は代理人
の書類記号 04-06PCT

今後の手続きについては、下記2を参照すること。

国際出願番号
PCT/JP2004/011205国際出願日
(日.月.年) 29.07.2004優先日
(日.月.年) 14.01.2004

国際特許分類 (IPC) Int. Cl. 7 E21D20/00, C23C2/06

出願人 (氏名又は名称)
日新製鋼株式会社

1. この見解書は次の内容を含む。

- ☒ 第I欄 見解の基礎
☐ 第II欄 優先権
☐ 第III欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解の不作成
☐ 第IV欄 発明の単一性の欠如
☒ 第V欄 PCT規則43の2.1(a)(i)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
☐ 第VI欄 ある種の引用文献
☐ 第VII欄 国際出願の不備
☐ 第VIII欄 国際出願に対する意見

2. 今後の手続き

国際予備審査の請求がされた場合は、出願人がこの国際調査機関とは異なる国際予備審査機関を選択し、かつ、その国際予備審査機関がPCT規則66.1の2(b)の規定に基づいて国際調査機関の見解書を国際予備審査機関の見解書とみなさない旨を国際事務局に通知していた場合を除いて、この見解書は国際予備審査機関の最初の見解書とみなされる。

この見解書が上記のように国際予備審査機関の見解書とみなされる場合、様式PCT/ISA/220を送付した日から3月又は優先日から22月のうちいずれか遅く満了する期限が経過するまでに、出願人は国際予備審査機関に、適当な場合は補正書とともに、答弁書を提出することができる。

さらなる選択肢は、様式PCT/ISA/220を参照すること。

3. さらなる詳細は、様式PCT/ISA/220の備考を参照すること。

見解書を作成した日

02.11.2004

名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号特許庁審査官 (権限のある職員)
西田 秀彦

2D 3201

電話番号 03-3581-1101 内線 3241

様式PCT/ISA/237 (表紙) (2004年1月)

第I欄 見解の基礎

1. この見解書は、下記に示す場合を除くほか、国際出願の言語を基礎として作成された。

- ☐ この見解書は、_____ 語による翻訳文を基礎として作成した。
それは国際調査のために提出されたPCT規則12.3及び23.1(b)にいう翻訳文の言語である。

2. この国際出願で開示されかつ請求の範囲に係る発明に不可欠なヌクレオチド又はアミノ酸配列に関して、以下に基づき見解書を作成した。

- a. タイプ ☐ 配列表
☐ 配列表に関連するテーブル
- b. フォーマット ☐ 書面
☐ コンピュータ読み取り可能な形式
- c. 提出時期 ☐ 出願時の国際出願に含まれる
☐ この国際出願と共にコンピュータ読み取り可能な形式により提出された
☐ 出願後に、調査のために、この国際調査機関に提出された

3. ☐ さらに、配列表又は配列表に関連するテーブルを提出した場合に、出願後に提出した配列若しくは追加して提出した配列が出願時に提出した配列と同一である旨、又は、出願時の開示を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

4. 補足意見：

第V欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についてのPCT規則43の2.1(a)(i)に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性 (N)	請求の範囲	1 - 4	有 無
	請求の範囲		
進歩性 (IS)	請求の範囲	1 - 4	有 無
	請求の範囲		
産業上の利用可能性 (IA)	請求の範囲	1 - 4	有 無
	請求の範囲		

2. 文献及び説明

請求の範囲1ないし4に係る発明における「引張強さ：490～640N/mm²、伸び：20%以上」の高張力鋼板を素材として膨張型のロックボルト本体が構成されている点は、国際調査報告に引用されたいずれの文献にも記載されておらず、当業者にとって自明なものでもない。

PCT/JP 2004/011205

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

29.7.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2004年 1月14日
Date of Application:

REC'D 16 SEP 2004

出願番号 特願2004-007046
Application Number:

WIPO

PCT

[ST. 10/C]: [JP 2004-007046]

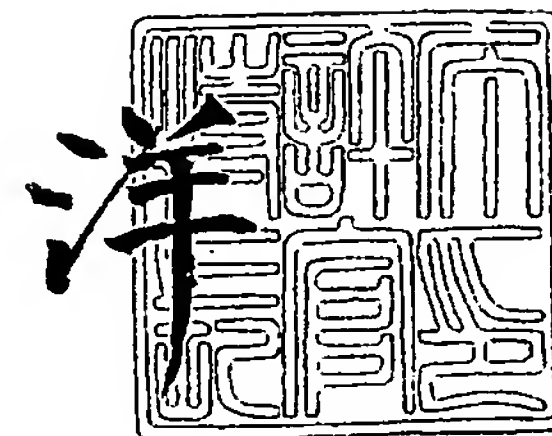
出願人 日新製鋼株式会社
Applicant(s): 日新鋼管株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 9月 3日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2004-3079227

【書類名】 特許願
【整理番号】 415E11753
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 E21D 20/00
【発明者】
 【住所又は居所】 兵庫県尼崎市鶴町 1 番地 日新製鋼株式会社 技術研究所内
 【氏名】 仲子 武文
【発明者】
 【住所又は居所】 兵庫県尼崎市鶴町 1 番地 日新製鋼株式会社 技術研究所内
 【氏名】 吉田 剛之
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内三丁目 4 番 1 号 日新製鋼株式会社 技術研究所内
 【氏名】 松原 茂雄
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区入船三丁目 1 番 1 3 号 日新鋼管株式会社内
 【氏名】 橘高 敏晴
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区入船三丁目 1 番 1 3 号 日新鋼管株式会社内
 【氏名】 金澤 宏樹
【特許出願人】
 【識別番号】 000004581
 【氏名又は名称】 日新製鋼株式会社
 【代表者】 小野 俊彦
【特許出願人】
 【識別番号】 592260572
 【氏名又は名称】 日新鋼管株式会社
 【代表者】 篠田 研一
【代理人】
 【識別番号】 100092392
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 小倉 亘
【選任した代理人】
 【識別番号】 100116621
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岡田 萬里
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011660
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

板厚が 1.8～2.3 mm で外径が 34～38 mm の寸法を有し、引張り強さ 530～690 N/mm² と伸び 20% 以上の引張り特性を備えた異形管から構成されていることを特徴とする高耐力鋼管膨張型ロックボルト。

【請求項 2】

490～640 N/mm² の引張り強さ、20% 以上の伸びを有する 1.8～2.3 mm 厚の鋼板を素材とし、外径 50～55 mm に造管された鋼管を、ロール成形法により、円周部分とそれに続く凹部で外周が構成され、34.0～38.0 mm の外径寸法を有する異形管に変形した後、所定長さに切断し、両管端を封止するとともに片端に加圧流体圧入孔の穿設を行うことを特徴とする高耐力鋼管膨張型ロックボルトの製造方法。

【請求項 3】

加圧流体圧入側端部に縮径加工を施した後、外径 40～42 mm のスリーブを被せて異形管とスリーブ間を溶接して封止し、その後に、スリーブ被着部にロックボルト内部まで通じる加圧流体圧入孔を穿設する請求項 2 に記載の高耐力鋼管膨張型ロックボルトの製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】高耐力鋼管膨張型ロックボルト及びその製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、内部に流体を圧入し、流体圧で管体を半径方向に膨張させることによって岩盤に設けた孔内に管体を充満させる高耐力を有する鋼管膨張型ロックボルトに関する。

【背景技術】

【0002】

鋼管膨張型ロックボルトは、特許文献1に記載されているように、軸方向にわたって1以上の膨張用凹部を有する中空の異形管である。図1に示すように、岩盤や地盤2に穿った孔に、端部が密封され、膨張用凹部が形成された鋼管1を挿入し（図2のa）、この鋼管を、圧力流体3を利用して膨張させ（図2のb）、孔と鋼管を密着させる（図2のc）ことによって岩盤や地盤を鋼管で固結させるものである。

圧力流体による加圧で膨張させ易くするために、鋼管に予め軸方向にわたって凹部を設けていることが多い（図2のa参照）。凹部が設けられた異形管の、孔に挿入する先端部は完全に密封され、圧力流体を圧入する側の後端部も密封された後、流体流入孔が穿たれている。そして、密封し、圧力流体を圧入し易くするために、異形管の両端にスリーブが被着されている（例えば特許文献2参照）。

【0003】

ところで、トンネル等の現場にあつては、作業工程の標準化を図って全体としてコスト低減に資する等の理由から、岩盤や地盤に同一径の孔が穿たれ、同一外径サイズの鋼管膨張型ロックボルトが用いられている。例えば、54mm径の素管を図2（a）に示すような36mm径に変形させた異形管を45～50mm径の孔に挿入し、膨張・固着させている。

鋼管膨張型ロックボルトとしては、地山条件、地山等級やトンネル断面形状等に応じて耐力レベル110kN又は170kNのものが使い分けられている。

このような背景のもとに、例えば、引張り強さが300N/mm²級以上の鋼板を用い、前者（110kN耐力）は伸びが30%程度の2mm厚の素材鋼板から、後者（170kN耐力）は伸びが35%程度の3mm厚の素材鋼板から、それぞれ外径54mmに造管され、外径36mmに変形加工された異形管がロックボルトとして用いられている。

【0004】

【特許文献1】特公平2-520号公報

【特許文献2】特表2003-501573号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

異形管の断面は、図2（a）に見られるように、部分的には小さな曲げ半径にまで曲げ加工が施されていることになる。異形管の外径寸法を揃え、素材の板厚が厚くなるほど素材板厚中心部の曲げ半径は小さくなる。また、内径、外径のサイズが統一されたスリーブに端部を収容させるためには、異形管の両端部にはさらに縮管工程が付加される。板厚の厚い素材を用いたものほど、形成される曲げ半径が小さくなるように成形されることになる。

すなわち、スリーブのサイズ、異形管の外径を変更することなくロックボルトの耐力を高めるために素材鋼板の板厚を厚くしようとすると、部分的な曲げ半径が小さくなる。

【0006】

板厚が厚い素材鋼板から製造された異形のロックボルトは、曲げ半径が小さくなるように異形に変形され、縮管される過程で導入され、あるいは加圧・膨張時に導入される歪み量が多く残存させていることになる。このため、さらに加圧・膨張しようとするときに割れる恐れがある。

本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、異形管に変形加工する

とき、あるいはロックボルトを加圧・膨張させるときに導入される歪み量を低減し、加圧・膨張時にも割れの危険性が少ない、信頼性の高い高耐力鋼管膨張型ロックボルトを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の高耐力鋼管膨張型ロックボルトは、その目的を達成するため、板厚が1.8～2.3mmで外径が34～38mmの寸法を有し、引張り強さ530～690N/mm²と伸び20%以上の引張り特性を備えた異形管から構成されていることを特徴とする。

このようなロックボルトは、490～640N/mm²の引張り強さ、20%以上の伸びを有する1.8～2.3mm厚の鋼板を素材とし、外径5.0～5.5mmに造管された鋼管を、ロール成形法により、円周部分とそれに続く凹部で外周が構成され、34～38mmの外径寸法を有する異形管に変形した後、所定長さに切断し、両管端を封止するとともに片端に加圧流体圧入孔の穿設を行うことで製造される。

加圧流体圧入孔の穿設は、前記異形管の加圧流体圧入側端部に縮径加工を施した後、外径40～42mmのスリーブを被せて異形管とスリーブ間を溶接して封止した後に、スリーブ被着部にロックボルト内部まで通じるように設けることが好ましい。

【発明の効果】

【0008】

本発明の高耐力鋼管膨張型ロックボルトは、板厚が従来よりも薄い鋼板から製造されている。このため異形管の外径寸法を同じと仮定したとき、異形部を構成する湾曲部分の板厚中心部最小曲げ半径が、従来の厚い板厚の鋼板を用いたものと比べて大きくなる。板厚が薄いほど、異形管への変形の際、あるいはロックボルトを加圧・膨張させる際の歪み導入量が少ないので、累積歪み量も少なく、加圧・膨張時に割れる危険性を回避することができる。

【0009】

高張力鋼を素材として鋼管膨張型ロックボルトを製造すると、板厚の薄い鋼板を使用できるので、上記のように累積歪み量が低減でき、信頼性の高いロックボルトを得ることができる。

さらに、板厚を薄くすることにより、同じ外径サイズのロックボルトとしても重量が軽くなるので、現場での取り扱いが容易になり、作業性が向上する。

さらにまた、ロックボルトの板厚を薄くすると、加圧・膨張時に、板厚が厚いものと比較して付加水圧が低い段階で異形管の凹部の膨出変形が始まる。膨出変形が開始した後も低い水圧で変形が進行する。したがって、高圧ポンプの負荷が軽減でき、比較的低い吐出圧力でより多くの流量の高圧水を吐出・供給することができ、結果的に加圧・膨張に要する時間を短縮することが可能になる。前記軽量化と併せて、作業効率を飛躍的に向上することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

例えば、現場施工したとき170kNの耐力を得るために、引張り強さが300N/mm²級で伸びが35%程度の3mm厚の素材鋼板から54mm径に造管され、36mm径に異形変形加工されて400N/mm²の引張り強さを有する異形管がロックボルトとして用いられている。

このような170kN級の耐力ロックボルトについて、加圧・膨張時に割れが発生することを抑制して信頼性を高めるために、本発明では、素材鋼板として高強度の鋼板であって板厚の薄いものを使用した。

【0011】

具体的には、490～640N/mm²の引張り強さ、20%以上の伸びを有する鋼板を使用した。このような高強度の鋼板を素材として用いると、板厚が1.8～2.3mm程度であっても、54mm径に造管し、36mm径程度に異形変形加工した後の異形管は540N/mm²程度の引張り強さを有し、ロックボルトに作りこんで岩盤に設けた孔に

挿入し、加圧・膨張させて岩盤と固着させたとき、170 kNの耐力が得られることを確認した。

【0012】

本発明は、基本的には、ロックボルトを構成している鋼材の板厚を薄くすることを主たる目的とするものである。

板厚を薄くすることにより、図2(a)に示すような断面形状の異形管に変形させるとき、最も曲げ変形を受ける部位の曲げ半径を比較的大きくすることができている。例えば、外径54 mmの鋼管を、図2(a)に示すような異形に変形して、外側曲げ半径が5 mmの曲げ部が形成されるとき、素材鋼管の板厚が3 mmの場合には内側曲げ半径は2 mmになっているのに対して、素材鋼管の板厚が2 mmの場合には内側曲げ半径は3 mmになる。板厚が薄いと、曲げ半径が大きいので変形時の累積歪み量は少なく、その後、割れ発生までの限界累積歪みまでの許容歪み量が多いので、加圧・膨張時に割れが発生する危険性が低くなる。

【0013】

ロックボルトを構成している鋼材の板厚が2.3 mmを超えるようでは、曲げ半径を大きくする効果は得難い。板厚が1.8 mmに満たない鋼材では、170 kNの耐力を得ようとする、 640 N/mm^2 を超えるほどの高張力の鋼を使用せざるを得ない。しかしながら、 640 N/mm^2 を超えるほどの高張力鋼では、異形管に変形させるだけの伸びが確保できず、現状の鋼材では、外径50～55 mm程度の鋼管から異形のロックボルトを製造することは極めて困難である。また、 490 N/mm^2 に満たない引張り強さでは、外径50～55 mm程度の鋼管で、170 kN級の耐力を有するロックボルトは得難い。伸びに関しても、20%以上必要である。20%に満たないと、加圧・膨張の過程で異形管がバースト（破裂）する恐れがある。

【0014】

ところで、鋼管膨張型ロックボルトは、例えば図2(a)に示されているような断面形状に変形加工されている。そして、内部に圧力流体を圧入し、凹部を反転・膨出させ、元の円形断面に戻すように加圧・膨張させるときの鋼管と岩盤の固着力で岩盤を補強しようとするものである。

そして、変形された異形管の板厚が異なるとき、それぞれに形成されている凹部を反転・膨出させるに必要な圧力も変わってくる。異形管の外径、及び各異形管に形成されている凹部の形状が略同じの場合、板厚が厚い異形管の凹部を反転・膨出させるに必要な圧力は、板厚が薄い異形管の凹部を反転・膨出させるに必要な圧力よりも大きくなる。これは、折りたたまれた異形管を加圧・膨張させることによって、曲げ戻し変形を生じさせるのに必要なモーメントが概略 $(t^2 b / 4) \times \sigma_e$ (ただし、 b : 板幅, σ_e : 降伏応力) で表わされ、板厚 t の2乗に比例して増加するためである。

【0015】

ハイドロポンプで容器内に流体を圧入し、容器内を所定圧にまで昇圧するとき、容器内の圧力が低い段階ではポンプからの流体供給量は多いが、容器内の圧力が高くなるにつれ、流体供給量は少なくなっていく。

したがって、凹部膨出開始圧力が低いということは、それまでに低圧の圧力で多量の流体を供給できる。逆に凹部膨出開始圧力が高ということは、容器内が次第に高圧になって流体供給量が次第に少なくなることを意味し、高圧に達するまでに長時間の流体供給を続ける必要があることになる。

【0016】

例えば、図3に空気/水の断面積比が65:1のハイドロポンプに0.6 MPaの圧力の空気を供給した際の、高圧水の吐出量と吐出圧力との関係の性能表を示す。ここで、仮に、板厚が2 mmの異形管凹部の膨出を開始させるに必要な圧力を7 MPa、板厚が3 mmの異形管凹部の膨出を開始させるに必要な圧力を17 MPaとして、供給空気圧0.6 MPaでロックボルトを加圧膨張させようとするとき、ボルト内の圧力に応じて高圧水の供給量は次のようになる。

【0017】

図3に従うと、吐出量 13 L/min から次第に少なくなり、ロックボルト内の圧力が 7 MPa にまで昇圧されたときには吐出量は 10.6 L/min になっている。この時点で板厚が 2 mm の異形管凹部の膨出が始まる。しかし、板厚が 3 mm の異形管凹部はまだ膨出を開始せず、 17 MPa になった時点で膨出が始まる。この時点での吐出量は 7.2 L/min である。そして、異形管凹部の膨出が始まった後は、その開始圧力以下の加圧力で膨出変形が進行する。凹部の膨出が始まった後の膨出形態は板厚の違いによらず、同様である。岩盤に穿たれた挿入孔の径にまで膨出された後には、異形管を膨張させるための加圧力の他に、岩盤を押圧するための加圧力が必要になる。

【0018】

すなわち、板厚が 2 mm の鋼管と比べて板厚が 3 mm の異形管の場合には、さらにロックボルト内の圧力を 7 MPa から 17 MPa にまで高めるために、図3の吐出圧力 $7\sim 17\text{ MPa}$ に沿った吐出量での高圧水の供給を続けなければならない、その分だけポンプの作動時間は長くなる。さらに、膨出変形を進行させるのに必要な圧力も 2 mm 厚のものの膨出変形を進行させる場合よりも高く、吐出量の少ない高圧水の供給で変形を続ける必要がある。したがって、板厚が厚い異形管を用いた場合、板厚が薄い異形管を用いた場合に比べて、加圧・膨出に長時間を要することになる。

このような理由から、板厚の薄い鋼板を素材としたロックボルトは、厚い板厚の鋼板を素材としたロックボルトと比べて、短時間で加圧・膨張させることができる。すなわち、加圧・膨張の点からも、高張力で板厚の薄い鋼板を素材としたロックボルトの方が優れている。

【0019】

次に、本発明ロックボルトの製造方法について説明する。

所定の機械的特性を有する板厚 $1.8\sim 2.3\text{ mm}$ の鋼板を用い、通常の造管法により、外径 $50\sim 55\text{ mm}$ の鋼管を製造する。造管法としては、高周波溶接法の他にレーザ溶接法やTIG溶接法等が採用できる。この鋼管に、公知のロール成形法を適用して、例えば図2(a)に示すような、円周部分とそれに続く凹部で外周が構成された凹型断面形状を有し、外径 $34\sim 38\text{ mm}$ の異形管を製造する。

具体的な異形管製造方法としては、本発明者等が特開2003-145216号公報で提案した方法を採用することが好ましい。

【0020】

その製造工程を図4に従って概略的に説明する。まず、高周波溶接法等で造管された鋼管を準備し(a)、凹異形管の凹部の周方向長さと、凹部以外の周方向長さにはほぼ適合するように円弧の半径ならびに角度を設定した大小2種類の凸曲面よりなる断面にロール成形する(b)。その後、前記2種類の凸曲面の内、曲率半径の大きい面の中央表面から円盤状ロールを当て前記曲率半径の大きい面を管の内側に窪ませるようにロール成形する(c)。その後さらに、中央が窪み樋状に湾曲した断面の両側にロールを当て樋状開口部を狭めて管外径を小さくロール成形して(d)、(e)、半径方向に窪ませたくぼみを軸方向にわたって長く形成したロックボルト用異形管を製造する。

【0021】

上記各過程を、使用するロール形状を説明しながら詳細に説明する。

第一の成形工程にあつては、素管Mを、図5に示すような曲率半径の大きい凹みをもつロール11とそれよりも曲率半径の小さいロール12とからなる成形スタンドを通す。この段階の成形は、曲率半径を順次大きくした2段階のスタンドとすることもできる。

次に第二の成形工程にあつては、図6に示すように、前記第一の成形工程で使用した曲率半径の小さい凹部をもつロールと同じかそれよりも小さい曲率半径の凹部をもつロール22と、端部の曲率半径が小さい円盤状の凸ロール21とからなる成形スタンド間を、変形された素管Mの曲率半径が大きい方の凸曲面中央に前記円盤状のロール21を押付けるように通す。この段階での成形は、凸ロール21及び凹ロール22とも曲率半径を順次小さくした2段階のスタンドとすることもできる。この段階での素管Mの断面は、中央が窪

み樋状に湾曲した形状となっていて、管の外形は、素管Mの最初の径に近い半円形状である。

【0022】

岩盤に穿たれた孔は素管の径よりも小さくされているので、異形管の外径を、挿入する孔よりも小さくする必要がある。そこで、第三の成形工程においては、図7に示すように、素管Mの最初の径よりも曲率半径の小さい曲率半径の凹部を有する一対のロール31、32からなる成形スタンド間を通し、樋状開口部を狭めて管外径を小さくする。この段階にあっても、曲率半径を順次小さくした2段階のロール間を通す成形としても良い。この際、ロールの曲率半径を小さくすると、管の凸部がロールギャップからはみ出して、全体の形状がいびつな形になることがあるので、図7の(b)に示すように、反対側に押えロール33を配置することが好ましい。

本願の請求項2は、ロール成形法について請求し、上記形態もロール成形法に基づくものである。しかしながら、請求項1の記載で特定される異形管は、ロール成形法に限定されることなく、他のロール成形法や押出成形法、あるいはプレス成形法を用いて成形されたものであっても良い。

【0023】

このような方法で製造された異形管を所定長さに切断した後、両端を封止し、その片方に流体導入孔を設ける。挿入側先端の封止は、例えば、端部から80mm分を縮管金型にて直径32~34mmに縮管した後、縮管部に外径36~40mm、肉厚2.0~3.0mm、長さ60~80mmのスリーブを被せ、さらに先端開口部に管端封止用ポンチを圧入することによってポンチの口金に沿った密着扁平状態に成形し、溶接により封止する。もう一方の圧力流体圧入側の封止は、同様に縮管した後、外径40~42mm、肉厚3.5~4.5mm、長さ60~80mmのスリーブを被せ、管端封止用ポンチを圧入することによりポンチの口金に沿った密着扁平状態に成形し、溶接により封止する。その後、スリーブ端から所定距離離れた箇所のスリーブ側面に異形管をも貫通するように加圧流体圧入孔を穿設する。

圧力流体圧入側の管端に被せるスリーブとしては、引抜試験の際のチャッキングを確実にさせるための環状凹溝が設けられたものを用いることが好ましい。

【実施例】

【0024】

引張り強さが490N/mm²で、伸びが28%の板厚2.1mmの鋼板を素材として、外径が54mmの素管を高周波溶接法で造管した。造管された鋼管にロール成形を施し、図2(a)に示す断面形状の外径36mmの異形管を製造した。なお、この異形管は、550N/mm²の引張り強さを有していた。

この異形管を4mの長さに切断し、その両端の75mm長さ分に、外径33.1mmの縮管加工を施した。一方の縮管部に、内径33.1mm、外径38.1mm、肉厚2.5mm、長さ70mmの挿入側スリーブを被着し、溶接法で端部を封止した。もう一方の縮管部には、内径33.1mm、外径41.1mm、肉厚4.0mm、長さ70mmの圧力流体圧入側スリーブを被着し、溶接法で端部を封止した。そして、圧力流体圧入側スリーブの側面に径3.0mmの圧力流体圧入用のキリ孔を、異形管をも貫通するように設け、鋼管膨張型ロックボルトを製造した。製造した鋼管膨張型ロックボルトの耐力を、現場に打設された状態を想定して加圧・膨張後の試験体を調査した結果、170kNの耐力を満足することが確かめられた。

【0025】

比較のために、素材として引張り強さ300N/mm²で、伸びが35%の板厚3.0mmの鋼板を用いた点以外は、上記実施例と同じ手順及び同サイズで鋼管膨張型ロックボルトを製造した。

両ロックボルトを対比すると、2mm厚の素材を用いた実施例品は変形加工での累積歪み歪みが少ないばかりでなく、鋼管としての耐力も2mm厚の素材を用いた比較例品よりも、また、重量も3mm厚の素材を用いた比較例品よりも約3割軽くなっている。

このため、本発明の実施例品は信頼性が高く、またトンネル等の作業現場での作業性に優れることがわかる。

【0026】

次に、上記実施例及び比較例の2本の鋼管膨張型ロックボルトに加圧・膨張用シールヘッドを被せ、ポンプから高圧水を圧入して、それぞれのロックボルトを加圧・膨張させた。

2mm厚の素材を用いた実施例品では、ロックボルト内の水圧が7MPaに達した時点で、図2(a)に示す凹部が膨出変形を始め、その後5MPaの水圧で凹部の変形が進行していたので、この進行の間は5MPaの水圧下で毎分11.3Lの水が供給され、凹部の変形が完了するまでに、31秒を要した。

これに対して、3mm厚の素材を用いた比較例品では、図2(a)に示す凹部が膨出変形を始めるのに17MPaの高圧を必要とし、凹部の膨出変形を進行させるために10MPaの圧力を要していた。そしてこの間の水圧10MPaの高圧水供給量は、毎分9.6Lであった。凹部の変形が完了するまでに、41秒を要した。

【0027】

上記の結果から、本発明品は、所定の膨張状態を得る間での加圧作業の時間を従来の約3/4に短縮できることがわかる。使用するロックボルトの本数が数百～数千に及ぶトンネル等の岩盤補強工事にあつては、この時間短縮はロックボルト打設作業の工期短縮に大きく寄与する。

このように、ロックボルトの軽量化と打設作業の短縮化により、岩盤補強工事の作業効率を大幅に向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】 鋼管製ロックボルトを膨張させて地盤を補強する方法の説明図

【図2】 拡張前と、拡張後の圧力のかかり方を説明する図

【図3】 ハイドロポンプの性能を示す図

【図4】 異形管を膨張変形させていく過程での断面形状を説明する図

【図5】 第一工程で使用するロール形状を説明する図

【図6】 第二工程で使用するロール形状を説明する図

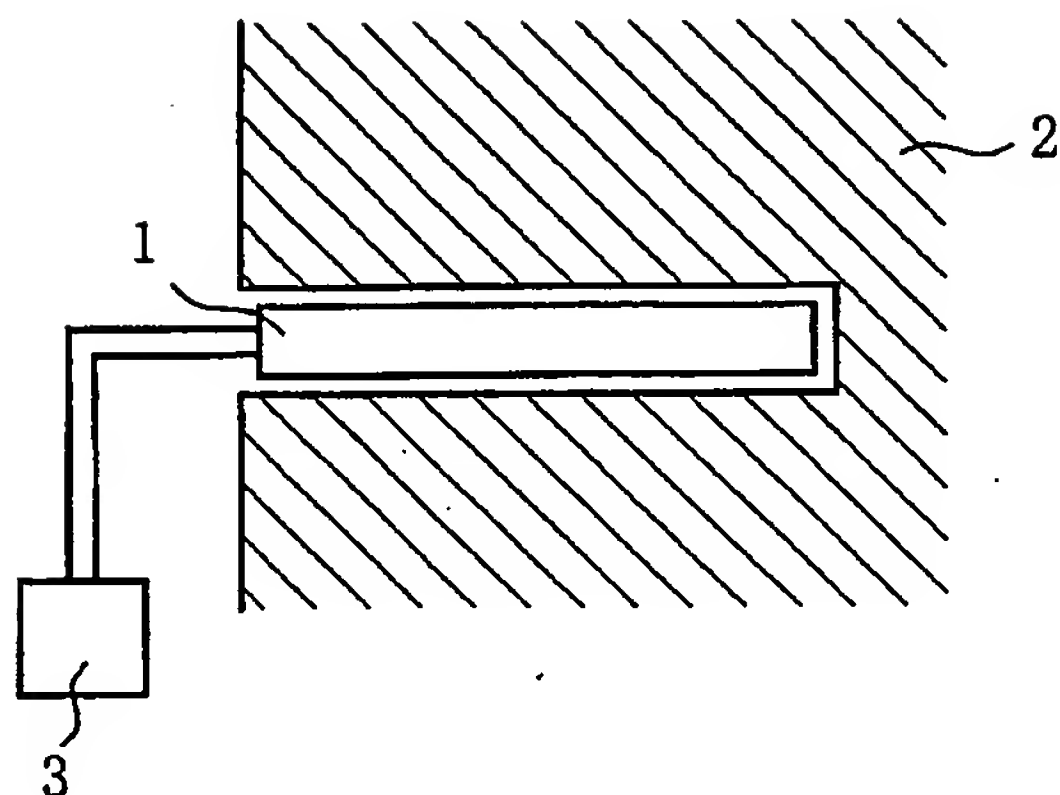
【図7】 第三工程で使用するロール形状を説明する図

【符号の説明】

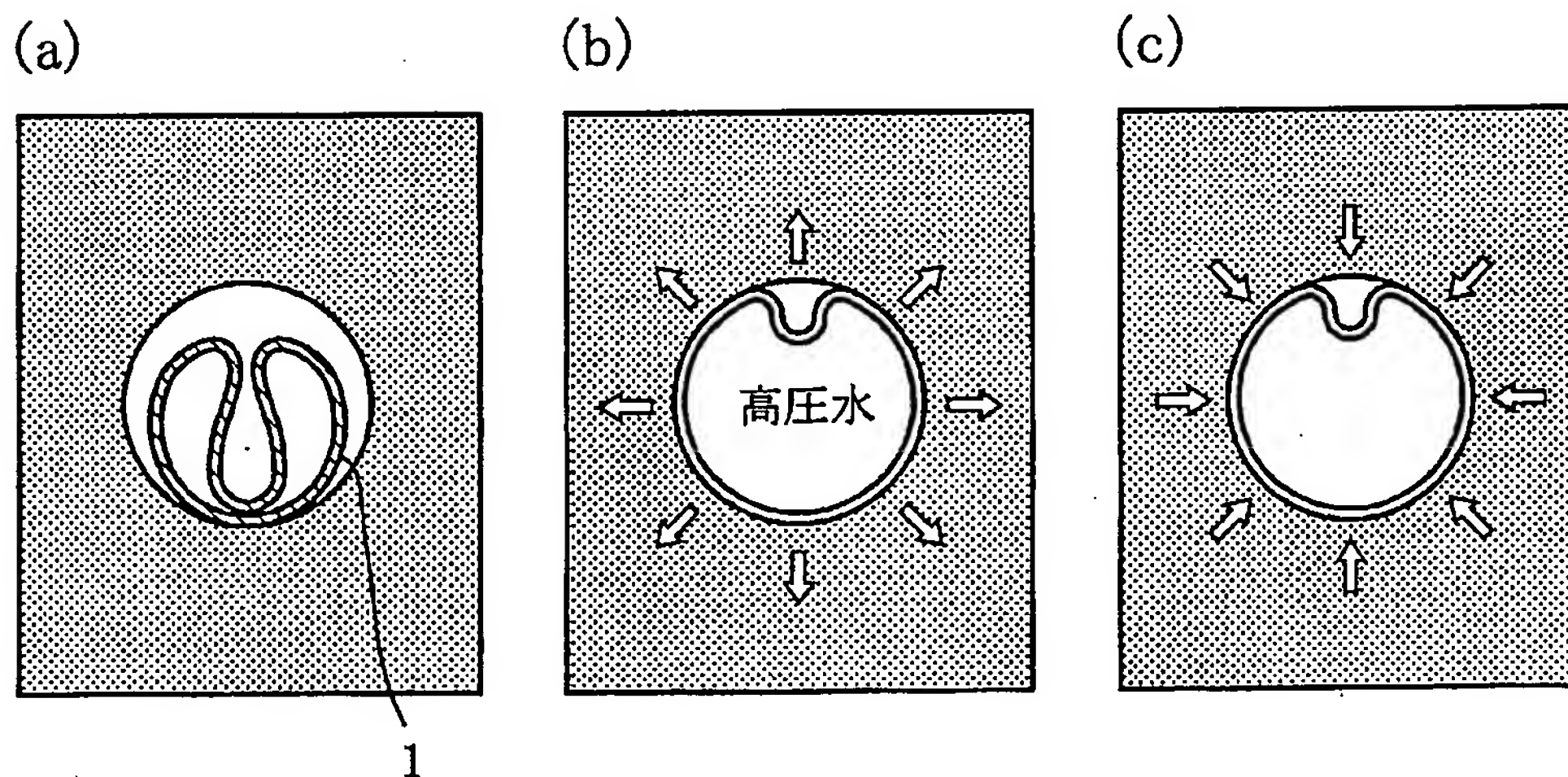
【0029】

1: 鋼管製ロックボルト 2: 岩盤 3: 流体加圧装置

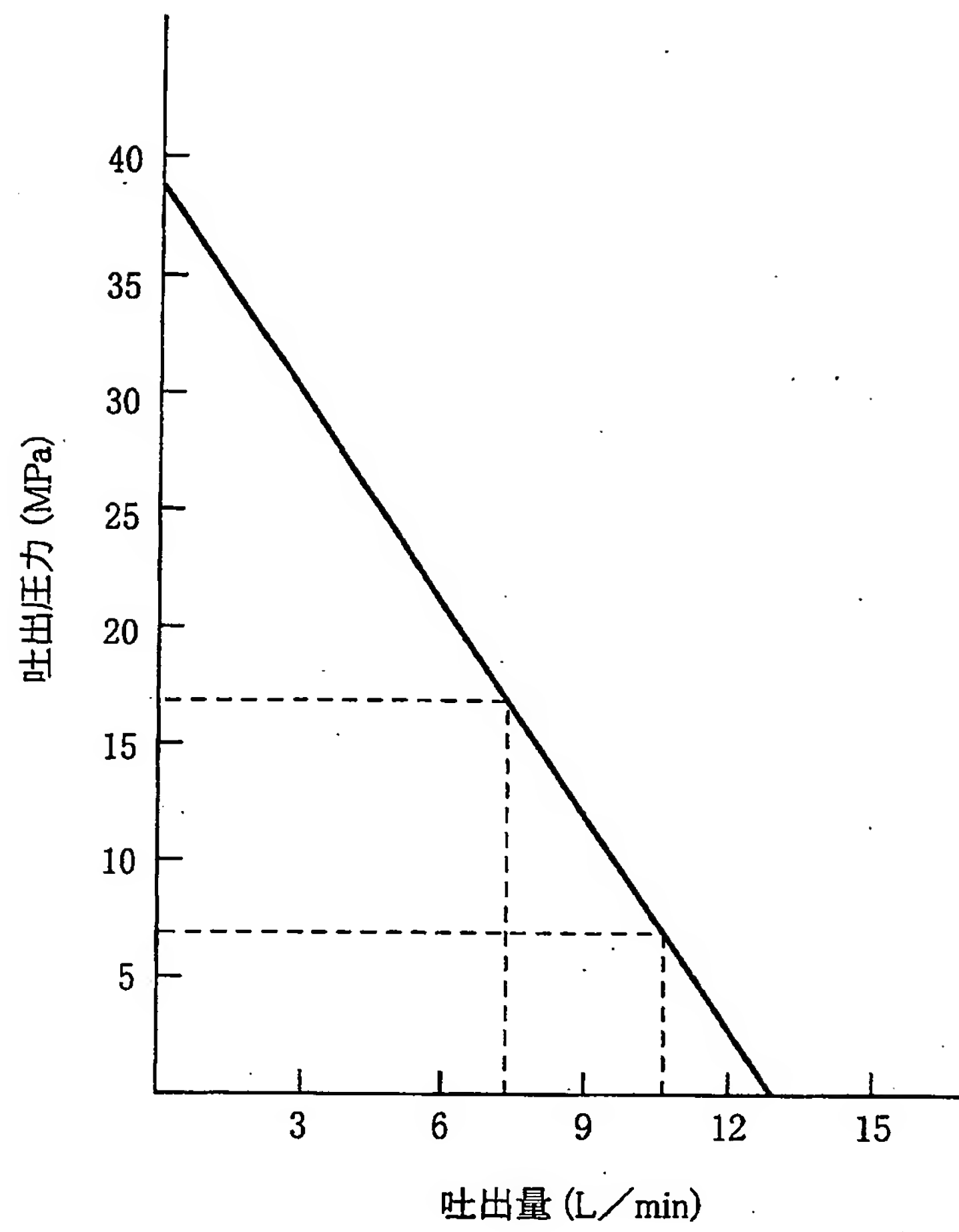
【書類名】 図面
【図 1】



【図 2】



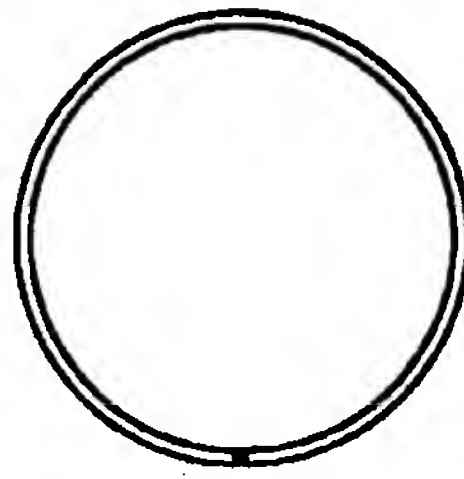
【図3】



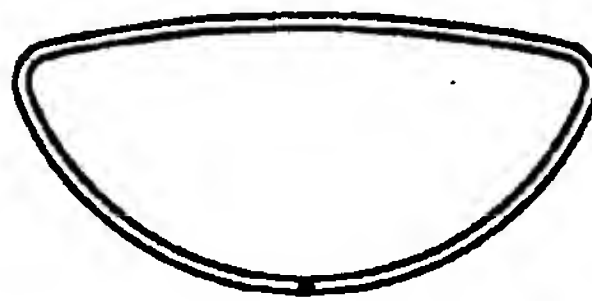


【図 4】

(a)



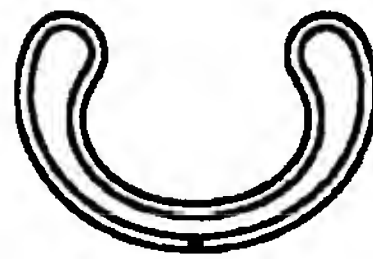
(b)



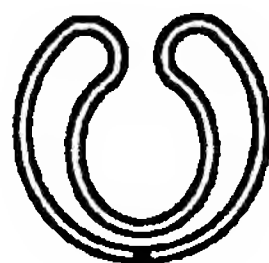
(c)



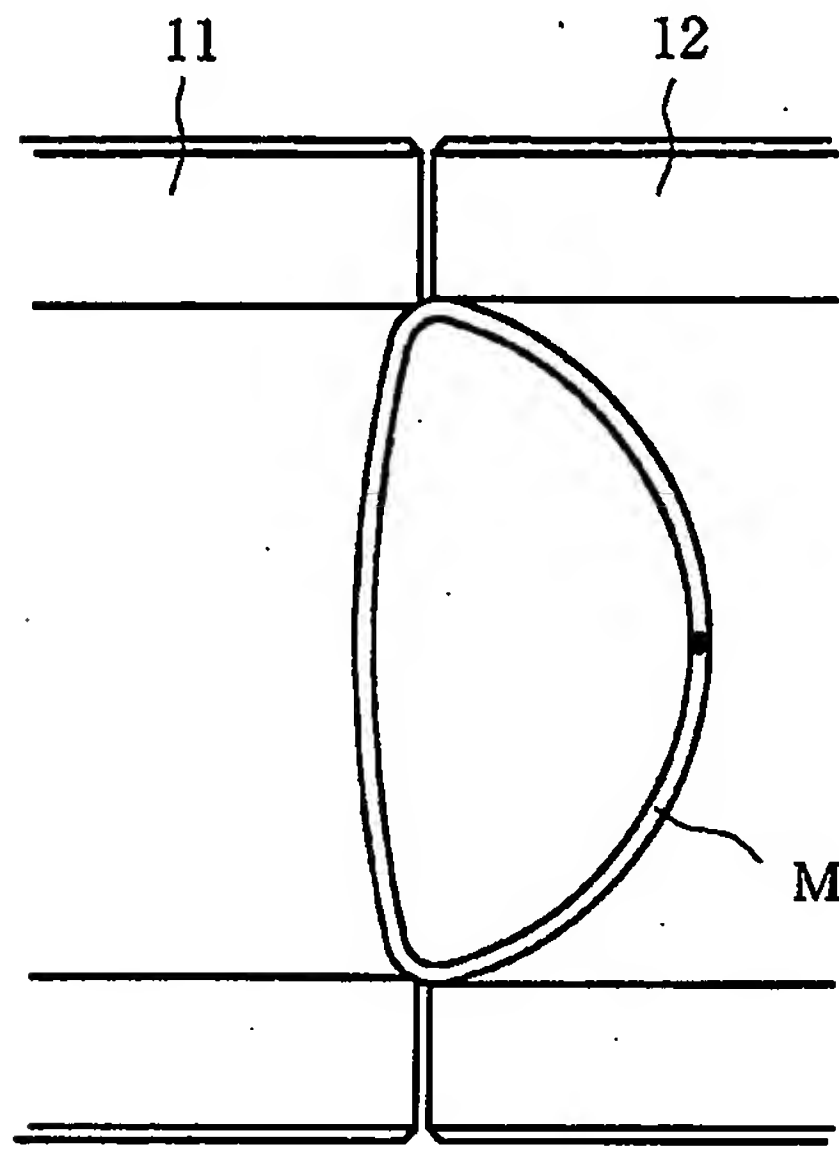
(d)



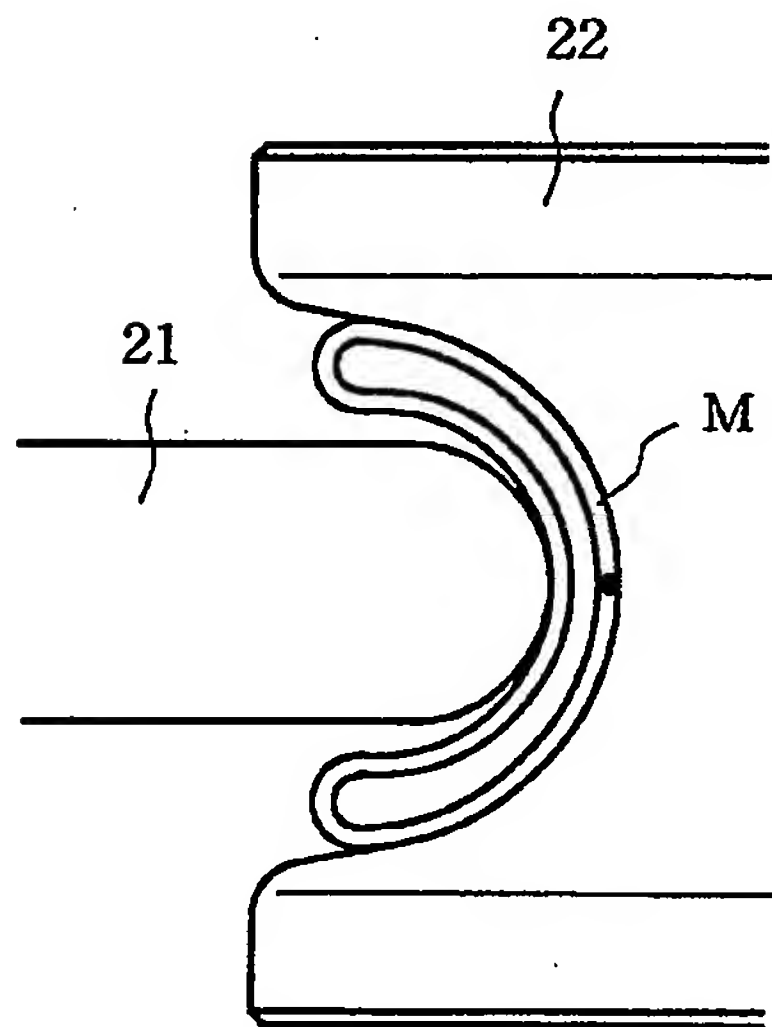
(e)



【図5】

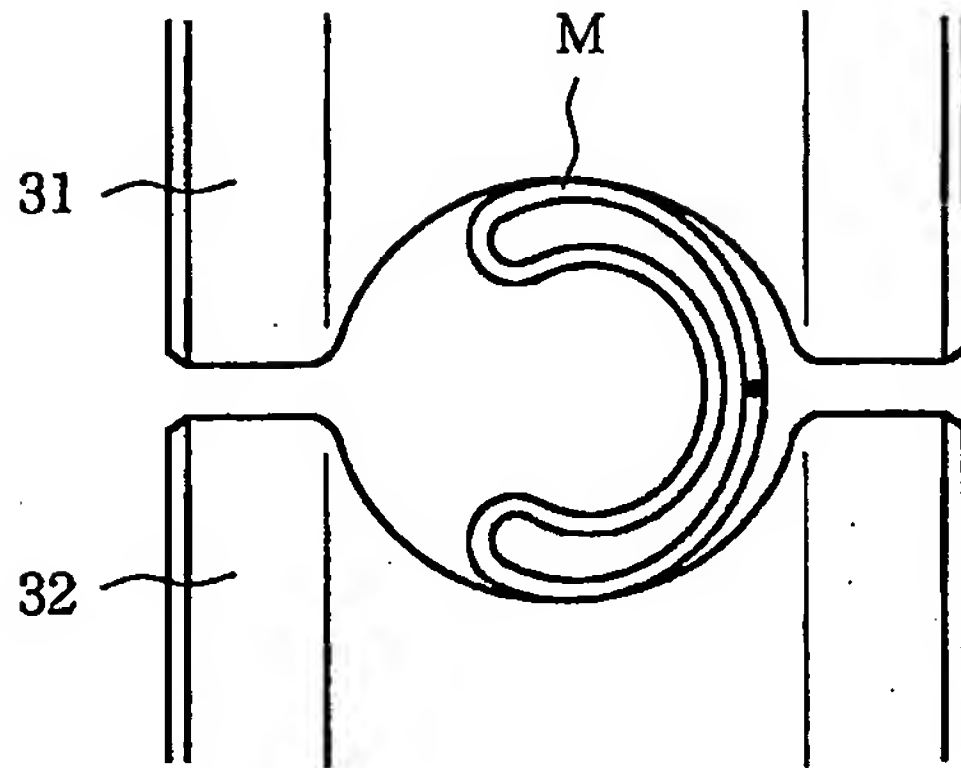


【図6】

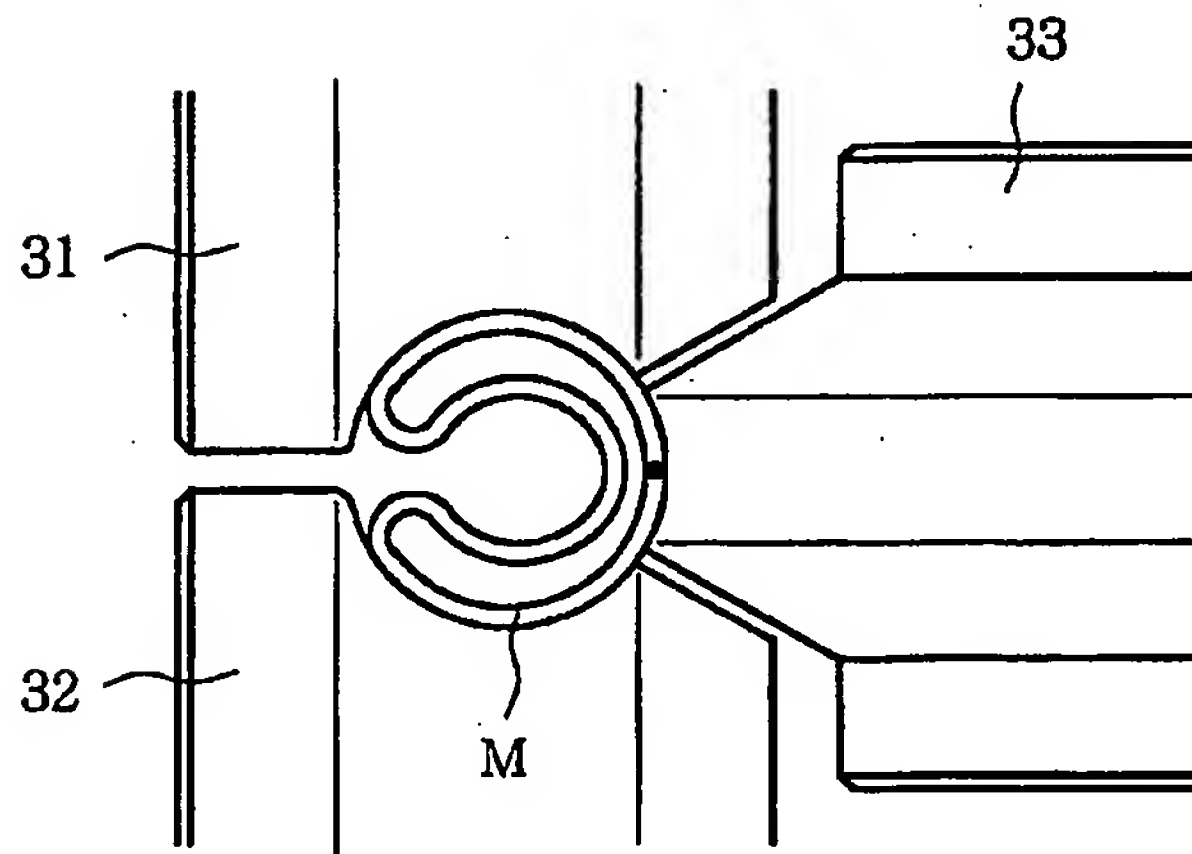


【図 7】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 異形管への変形加工時や加圧・膨張時に導入される歪み量を低減し、加圧・膨張時にも割れの危険性が少ない信頼性の高い高耐力鋼管膨張型ロックボルトを提供する。

【解決手段】 $490 \sim 640 \text{ N/mm}^2$ の引張り強さ、 20% 以上の伸びを有する $1.8 \sim 2.3 \text{ mm}$ 厚の鋼板を素材とし、外径 $50 \sim 55 \text{ mm}$ に造管された鋼管を、ロール成形法により、円周部分とそれに続く凹部で外周が構成され、外径 $34 \sim 38 \text{ mm}$ の寸法と、引張り強さ $530 \sim 690 \text{ N/mm}^2$ 及び伸び 20% 以上の引張り特性を有する異形管に変形した後、所定長さに切断し、両管端を封止するとともに片端に加圧流体圧入孔を穿設する。

【選択図】 なし

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2004-007046
受付番号	50400054695
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成16年 1月15日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成16年 1月14日
-------	-------------

特願 2004-007046

出願人履歴情報

識別番号

[000004581]

1. 変更年月日

1990年 8月22日

[変更理由]

新規登録

住所

東京都千代田区丸の内3丁目4番1号

氏名

日新製鋼株式会社

特願 2004-007046

出願人履歴情報

識別番号

[592260572]

1. 変更年月日

1992年11月25日

[変更理由]

新規登録

住所

東京都千代田区丸の内三丁目4番1号

氏名

日新鋼管株式会社

特許協力条約

発信人 日本国特許庁（国際調査機関）

REC'D 26 NOV 2004

WIPO

PCT

出願人代理人
小倉 亘

様

あて名

〒 171-0043
東京都豊島区要町三丁目23番7号
大野千川ビル201PCT
国際調査機関の見解書
(法施行規則第40条の2)
[PCT規則43の2.1]発送日
(日.月.年)

22.11.2004

出願人又は代理人
の書類記号 04-06PCT

今後の手続きについては、下記2を参照すること。

国際出願番号
PCT/JP2004/011205国際出願日
(日.月.年) 29.07.2004優先日
(日.月.年) 14.01.2004

国際特許分類 (IPC) Int. Cl. E21D20/00, C23C2/06

出願人 (氏名又は名称)
日新製鋼株式会社

1. この見解書は次の内容を含む。

- ☒ 第I欄 見解の基礎
☐ 第II欄 優先権
☐ 第III欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解の不作成
☐ 第IV欄 発明の単一性の欠如
☒ 第V欄 PCT規則43の2.1(a)(i)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
☐ 第VI欄 ある種の引用文献
☐ 第VII欄 国際出願の不備
☐ 第VIII欄 国際出願に対する意見

2. 今後の手続き

国際予備審査の請求がされた場合は、出願人がこの国際調査機関とは異なる国際予備審査機関を選択し、かつ、その国際予備審査機関がPCT規則66.1の2(b)の規定に基づいて国際調査機関の見解書を国際予備審査機関の見解書とみなさない旨を国際事務局に通知していた場合を除いて、この見解書は国際予備審査機関の最初の見解書とみなされる。

この見解書が上記のように国際予備審査機関の見解書とみなされる場合、様式PCT/ISA/220を送付した日から3月又は優先日から22月のうちいずれか遅く満了する期限が経過するまでに、出願人は国際予備審査機関に、適当な場合は補正書とともに、答弁書を提出することができる。

さらなる選択肢は、様式PCT/ISA/220を参照すること。

3. さらなる詳細は、様式PCT/ISA/220の備考を参照すること。

見解書を作成した日

02.11.2004

名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号特許庁審査官 (権限のある職員)
西田 秀彦

2D 3201

電話番号 03-3581-1101 内線 3241

様式PCT/ISA/237 (表紙) (2004年1月)

第 I 欄 見解の基礎

1. この見解書は、下記に示す場合を除くほか、国際出願の言語を基礎として作成された。

- ☐ この見解書は、_____ 語による翻訳文を基礎として作成した。
それは国際調査のために提出された PCT 規則 12.3 及び 23.1(b) にいう翻訳文の言語である。

2. この国際出願で開示されかつ請求の範囲に係る発明に不可欠なヌクレオチド又はアミノ酸配列に関して、以下に基づき見解書を作成した。

- a. タイプ ☐ 配列表
☐ 配列表に関連するテーブル
- b. フォーマット ☐ 書面
☐ コンピュータ読み取り可能な形式
- c. 提出時期 ☐ 出願時の国際出願に含まれる
☐ この国際出願と共にコンピュータ読み取り可能な形式により提出された
☐ 出願後に、調査のために、この国際調査機関に提出された

3. ☐ さらに、配列表又は配列表に関連するテーブルを提出した場合に、出願後に提出した配列若しくは追加して提出した配列が出願時に提出した配列と同一である旨、又は、出願時の開示を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

4. 補足意見：

第V欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についてのPCT規則43の2.1(a)(i)に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性 (N)	請求の範囲	1 - 4	有 無
	請求の範囲		
進歩性 (IS)	請求の範囲	1 - 4	有 無
	請求の範囲		
産業上の利用可能性 (IA)	請求の範囲	1 - 4	有 無
	請求の範囲		

2. 文献及び説明

請求の範囲1ないし4に係る発明における「引張強さ：490～640N/mm²、伸び：20%以上」の高張力鋼板を素材として膨張型のロックボルト本体が構成されている点は、国際調査報告に引用されたいずれの文献にも記載されておらず、当業者にとって自明なものでもない。